
Mobile Communications

عناوین مطالب

این فصل از قسمتهای زیر تشکیل شده است:

قسمت اول- اصول کار شبکه های سلولار

قسمت دوم- نسلهای مختلف شبکه های موبایل

قسمت سوم- ساختار شبکه های GPRS و UMTS

اصول کار شبکه های سلولار

- شبکه های بی سیم سلولی
- قسمت‌های مختلف شبکه های سلولی
- استفاده مجدد از فرکانس
- عملکرد سیستم های سلولار
- نحوه تماس در سیستم های سلولی

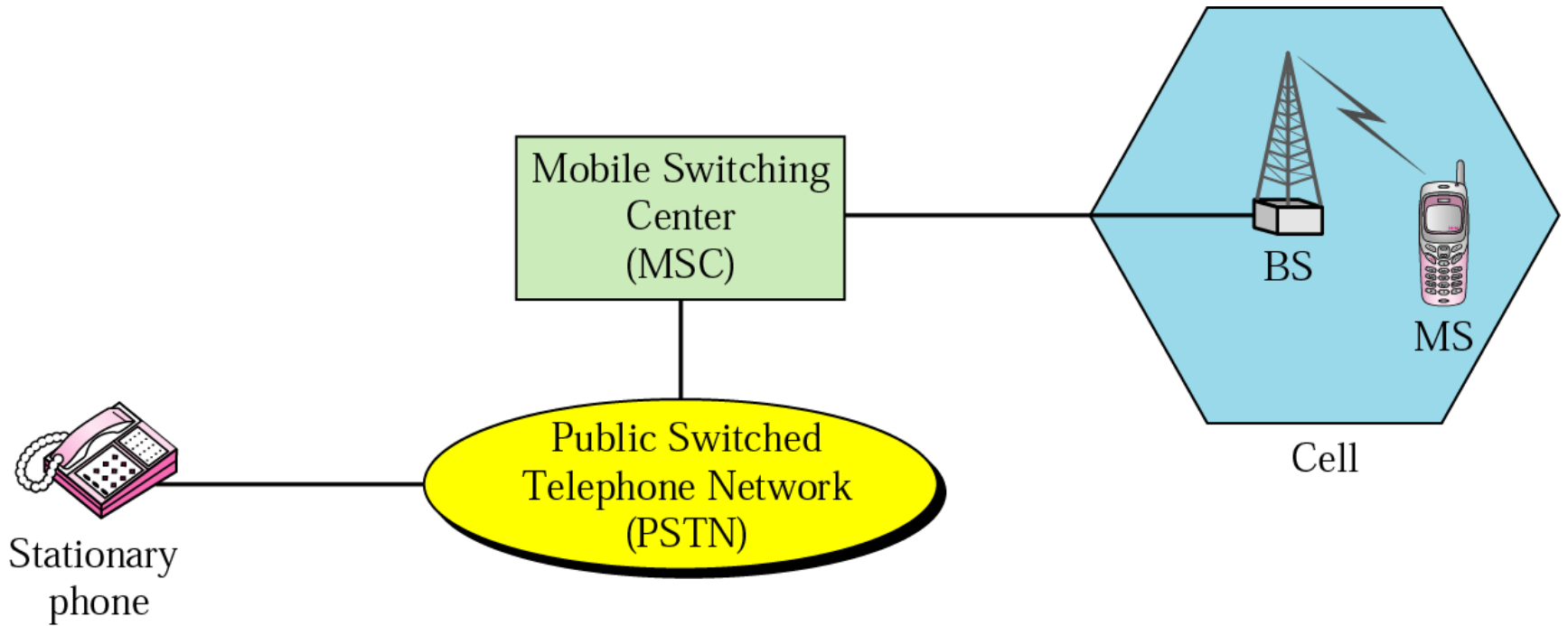
شبکه های بی سیم سلولی - معرفی

- شبکه های بی سیم سلولی - تکنولوژی زیر بنایی برای تلفن های موبایل ، سیستم های ارتباطی شخصی و شبکه سازی بی سیم می باشند.
- شبکه های بی سیم سلولی - برای تلفن های موبایل رادیویی ارابه شد.
 - جایگزین فرستنده- گیرنده های با توان بالا شدند.
 - ۲۵ کانال - ۸۰ کیلومتر
 - استفاده از توان پایین تر ، محدوده کوچکتر و فرستنده های بیشتر.

قسمتهای مختلف شبکه های سلولی

- چندین فرستنده با توان پایین
 - ۱۰۰ وات یا کمتر
- تقسیم فضا به سلولها
 - هر سلول با آنتن های جدا
 - هر سلول با فرکانسهای مجزا
 - هر سلول توسط یک Base Station (BS) سرویس داده می شود.
- فرستنده ، گیرنده ، واحد کنترل
- سلول های مجاور از فرکانسهای مختلف برای جلوگیری از Crosstalk استفاده می کنند.

شکل یک سیستم سلولی



شکل سلولها

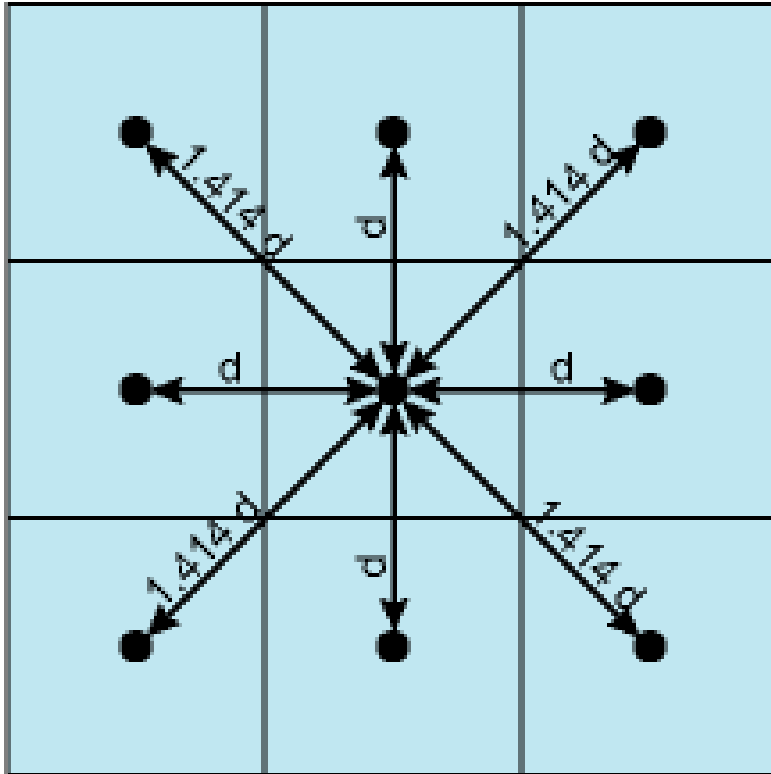
● چهار گوشه :

- سلولهای با عرض d با ۴ سلول با فاصله d و با ۴ سلول با فاصله $\sqrt{2}d$ همسایه هستند.
- اگر تمام آنتن های مجاور هم فاصله بودند بهتر می بود زیرا عمل انتخاب آنتن ها و سویچینگ را ساده تر می کرد.

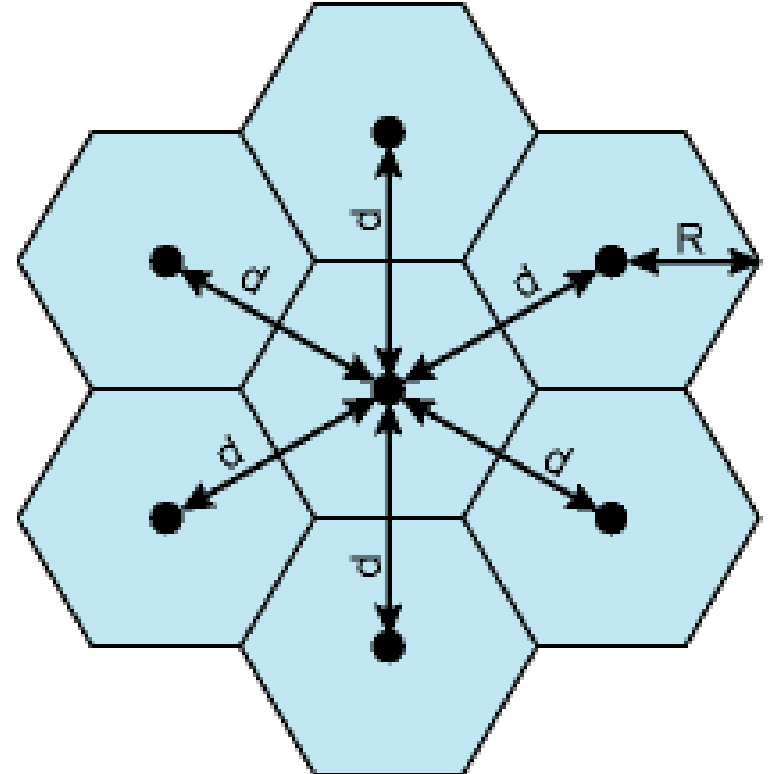
● شش گوشه:

- فاصله آنتن ها یکسان است.
- شعاع برابر شعاع دایره محیطی در نظر گرفته می شود.
- فاصله بین مرکز سلولهای با شعاع R برابر $\sqrt{3}R$ است.
- همیشه یک شش گوشه کامل نداریم.
 - محدودیتهای محیطی و نقشه ای
 - شرایط انتشار سیگنالها
 - محل آنتن ها

شکل هندسی سلولها



(a) Square pattern



(b) Hexagonal pattern

استفاده مجدد از فرکانس

● به منظور استفاده مجدد از فرکانس می بایست قدرت سیگنال فرستنده - گیرنده اصلی کنترل شود تا :

- امکان ارتباطات داخل سلولی را بروی یک فرکانس محیا نماید.
- از فرار توان سیگنال به سلولهای مجاور جلوگیری کند.
- اجازه استفاده مجدد از فرکانس را در سلولهای مجاور امکان پذیر سازد.
- امکان استفاده از فرکانسهای مشابه را برای چندین مکالمه فراهم آورد.
- ۱۰ تا ۵۰ فرکانس در هر سلول بکار رود.

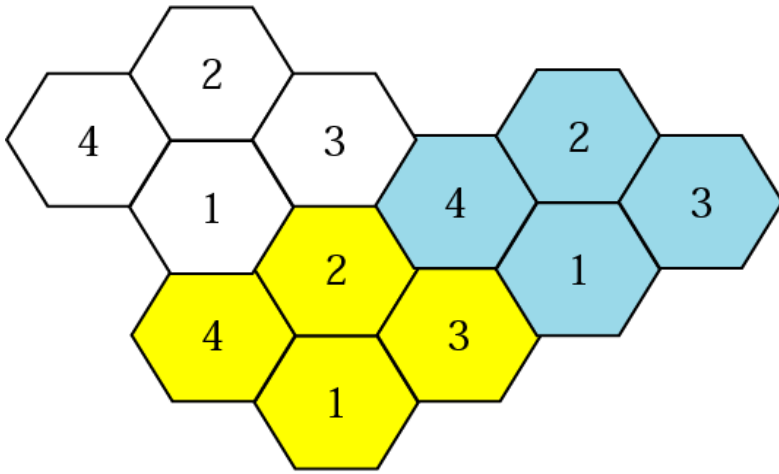
● مثال :

- N cells all using same number of frequencies
- K total number of frequencies used in systems
- Each cell has K/N frequencies
- Advanced Mobile Phone Service (AMPS) $K=395$, $N=7$ giving 57 frequencies per cell on average

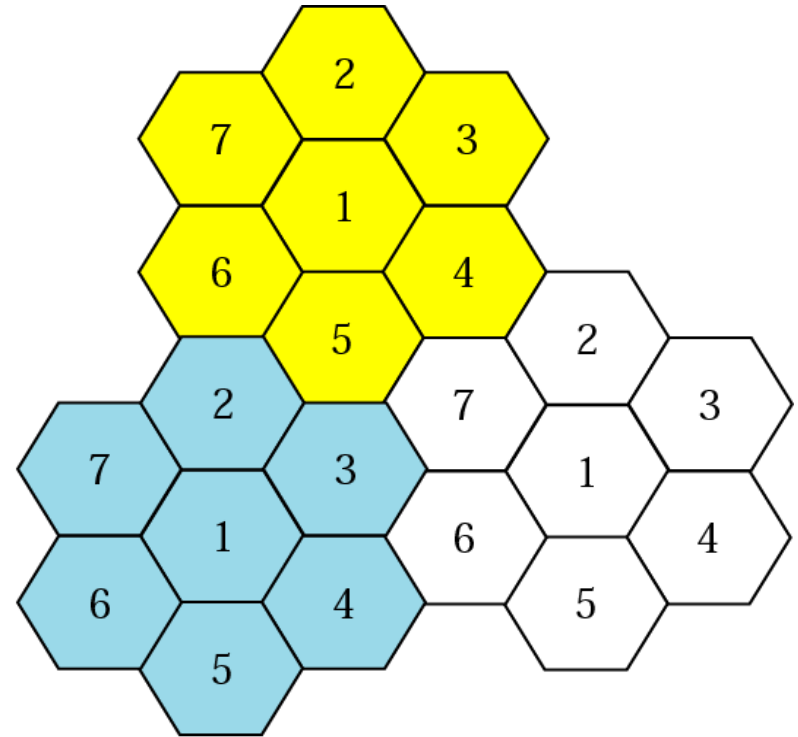
توصیف استفاده مجدد از فرکانس

- D = minimum distance between centers of cells that use the same band of frequencies (called cochannels)
- R = radius of a cell
- d = distance between centers of adjacent cells ($d \sim 1.73 R$)
- N = number of cells in repetitious pattern
 - Reuse factor
 - Each cell in pattern uses unique band of frequencies
- Hexagonal cell pattern, following values of N possible
 - $N = I^2 + J^2 + (I \times J)$, $I, J = 0, 1, 2, 3, \dots$
- Possible values of N are 1, 3, 4, 7, 9, 12, 13, 16, 19, 21, ...
- $D/R = \sqrt{3N}$
- $D/d = \sqrt{N}$

الگوهای استفاده مجدد از فرکانس

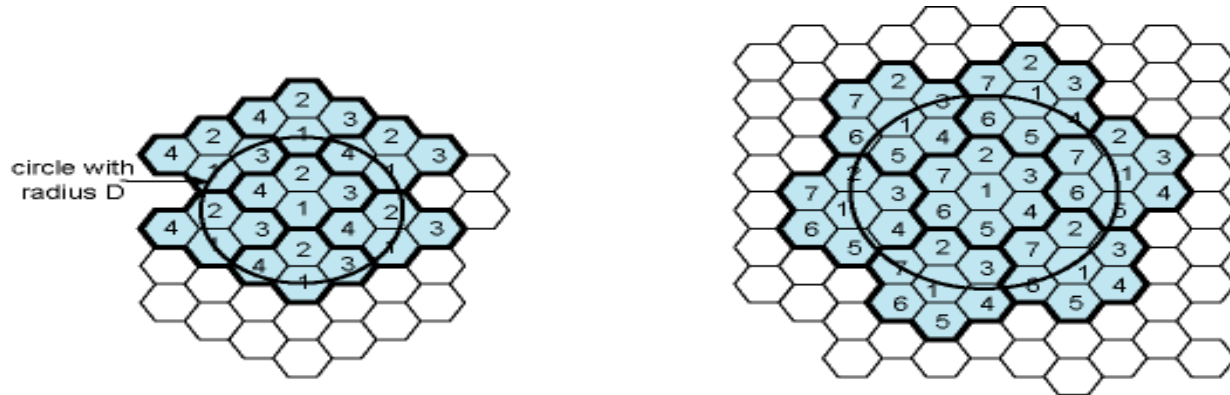


a. Reuse factor of 4



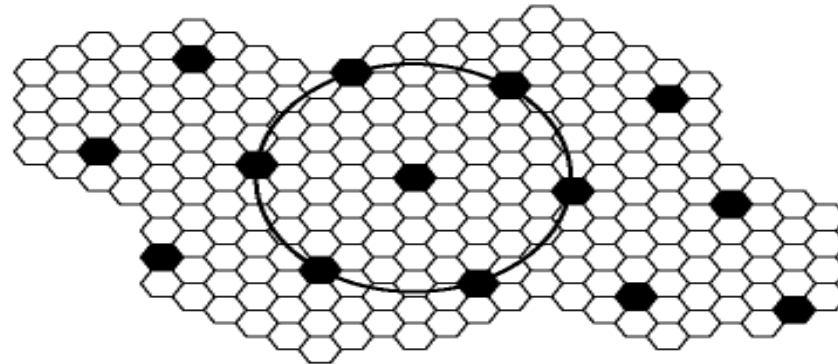
b. Reuse factor of 7

الگوهای استفاده مجدد از فرکانس



(a) Frequency reuse pattern for $N = 4$

(b) Frequency reuse pattern for $N = 7$



(c) Black cells indicate a frequency reuse for $N = 19$

افزایش ظرفیت (۱)

- اضافه نمودن کانال جدید
 - در ابتدا تمام کانالها اختصاص داده نمی شود.
- قرض گرفتن فرکانس
 - از یک سلول مجاور توسط سلولی که در آن ازدحام است دریافت شود.
 - فرکانسها به صورت دینامیک اختصاص داده شوند.
- تقسیم سلولها
 - توزیع غیر یکنواخت ترافیک
 - سلولهای کوچکتر در نواحی با کاربری بالا
 - سلولهای اولیه بین ۶.۵ تا ۱۳ کیلومتر
 - محدودیت ۱.۵ کیلومتری
 - Handoff بیشتر
 - تعداد BS های بیشتر

افزایش ظرفیت (۲)

● سکتوربندی سلولها

— سلولها به تعدادی سکتور ۳ گوشه تقسیم میشوند.

— ۳ تا ۶ سکتور در هر سلول

— هر کدام با کانالهای متعلق به خودش

● زیر مجموعه ای از کانالهای آن سلول

— استفاده از آنتن های جهت دار

● میکرو سلول ها

— انتقال آنتن ها از بالای تپه ها و ساختمانهای بلند به بالای ساختمانهای کوتاه تر و گوشه های ساختمانهای بلند.

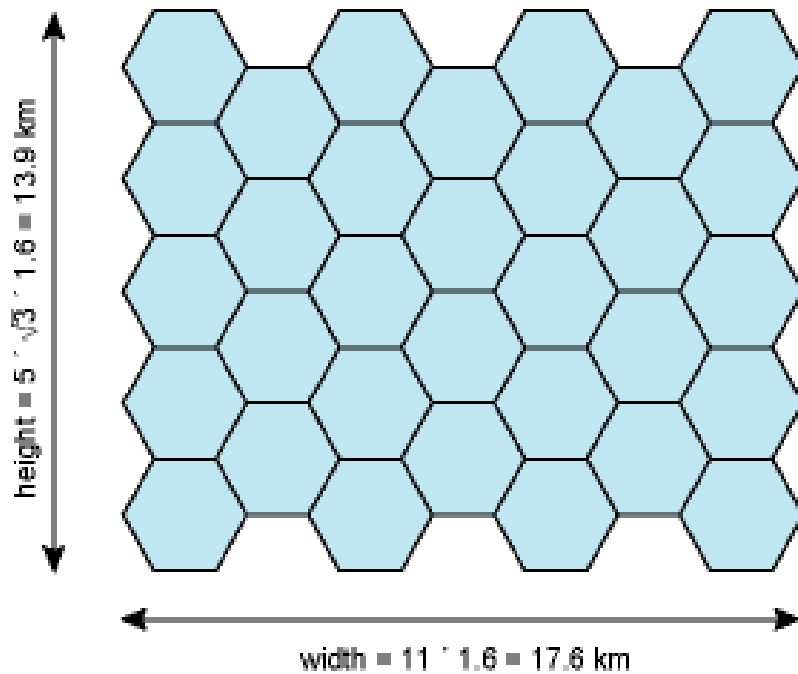
● حتی بروی چراغهای خیابان

— تشکیل میکرو سلول ها

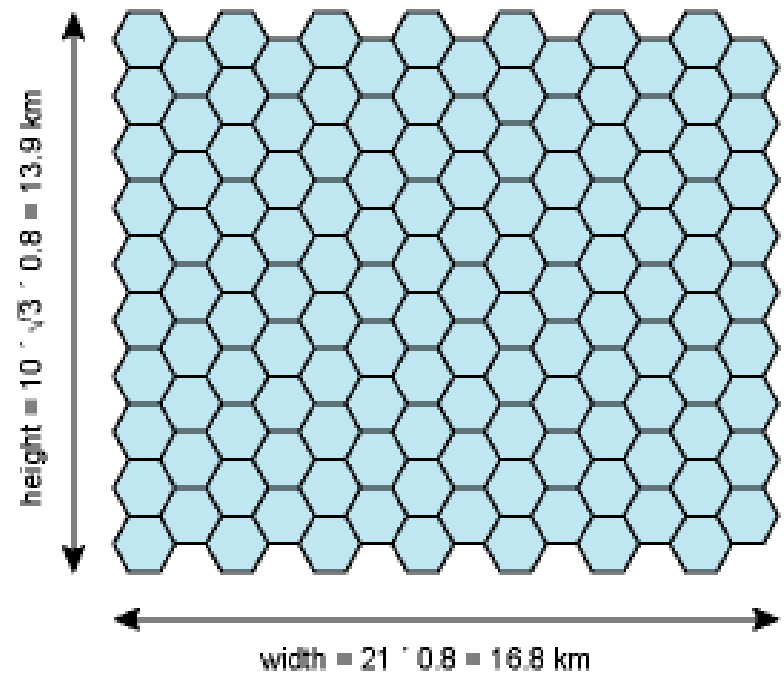
— کاهش توان سیگنال

— مناسب برای خیابانهای شهری و جاده ها و ساختمانهای بزرگ.

مثالی از استفاده مجدد از فرکانس



(a) Cell radius = 1.6 km

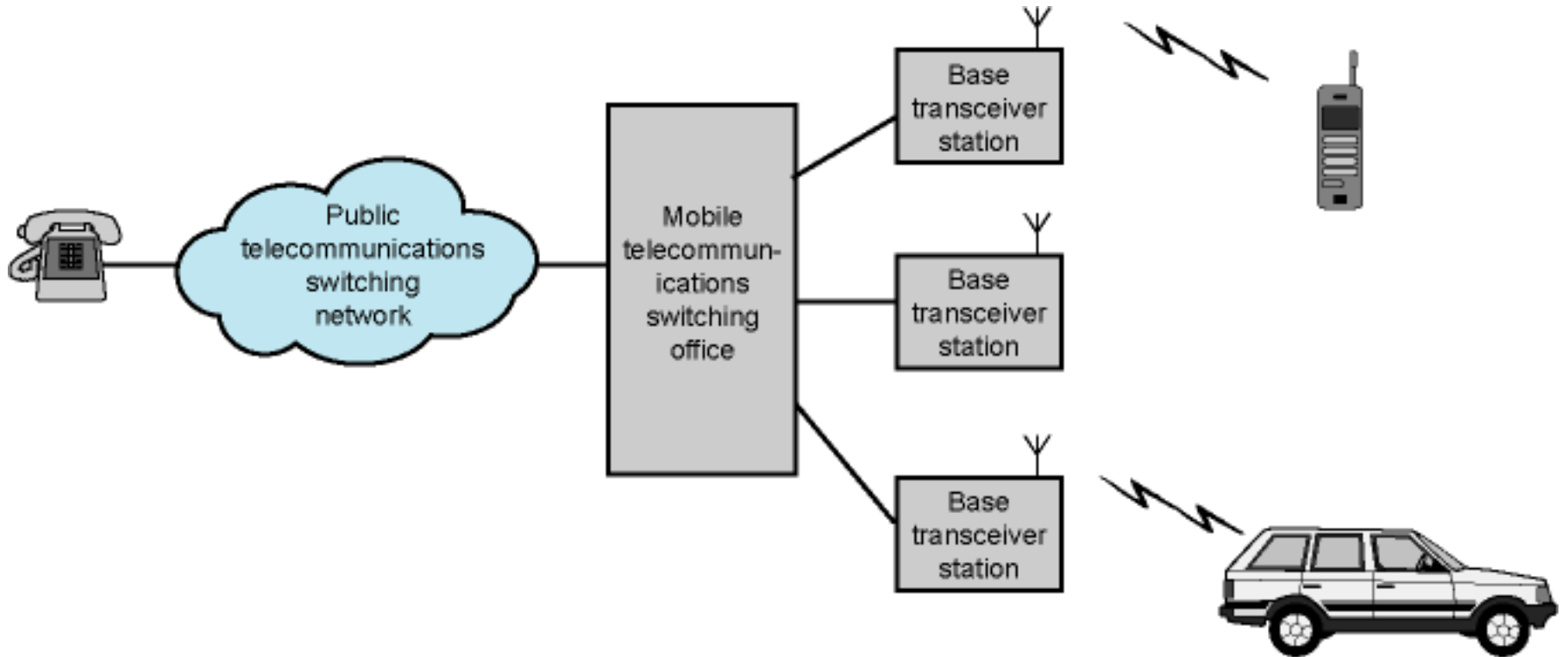


(b) Cell radius = 0.8 km

عملکرد سیستم های سلولار

- یک Base Station در مرکز هر سلول قرار گرفته است.
 - آنتن ، کنترلر ، فرستنده و گیرنده
- کنترلر وظیفه کنترل پروسه تماس را دارد.
 - تعداد واحد های موبایل که در هر زمان فعال اند.
- هر BS به یک MTSO (Mobile Telecommunications Switching Office) متصل است.
 - یک MTSO چندین BS را سرویس می دهد.
 - لینک بین MTSO با BS ها می تواند با سیم یا بی سیم باشد.
- وظایف MTSO
 - تماس های بین ایستگاههای موبایل را بین خودشان و نیز با شبکه ارتباطی ثابت PSTN برقرار می کند.
 - کانالهای صدا را تخصیص می دهد.
 - عملیات handoff را انجام می دهد.
 - عملیات مانیتورینگ و محاسبه هزینه ها را انجام می دهد.
- این پروسه ها کاملا اتوماتیک است.

شکل یک سیستم سلولی



کانالها در یک سیستم سلولی

- کانالهای کنترلی

- برقراری و نگه داری تماس ها

- ارتباط بین ایستگاه های موبایل و نزدیک ترین BS

- کانالهای داده

- برای انتقال صوت و داده

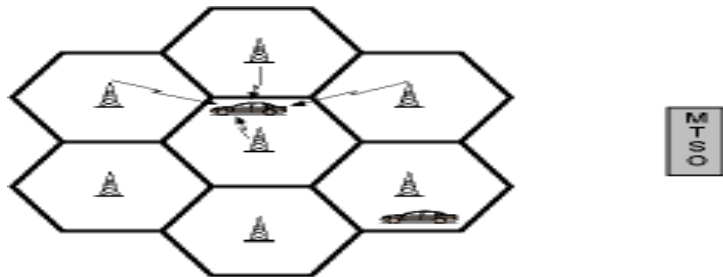
نحوه تماس در یک **MTSO** (۱)

- Mobile unit initialization
 - Scan and select strongest set up control channel
 - Automatically selected BS antenna of cell
 - Usually but not always nearest (propagation anomalies)
 - Handshake to identify user and register location
 - Scan repeated to allow for movement
 - Change of cell
 - Mobile unit monitors for pages (see below)
- Mobile originated call
 - Check set up channel is free
 - Monitor forward channel (from BS) and wait for idle
 - Send number on pre-selected channel
- Paging
 - MTSO attempts to connect to mobile unit
 - Paging message sent to BSs depending on called mobile number
 - Paging signal transmitted on set up channel

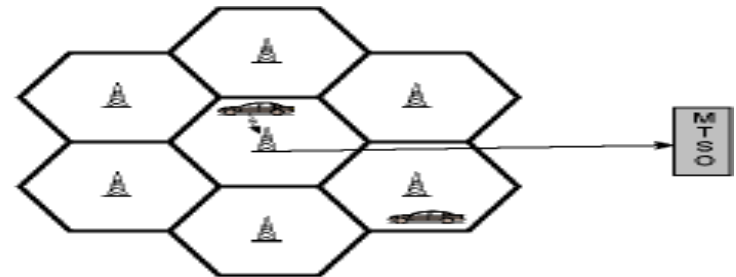
نحوه تماس در یک **MTSO** (۲)

- Call accepted
 - Mobile unit recognizes number on set up channel
 - Responds to BS which sends response to MTSO
 - MTSO sets up circuit between calling and called BSs
 - MTSO selects available traffic channel within cells and notifies BSs
 - BSs notify mobile unit of channel
- Ongoing call
 - Voice/data exchanged through respective BSs and MTSO
- Handoff
 - Mobile unit moves out of range of cell into range of another cell
 - Traffic channel changes to one assigned to new BS
 - Without interruption of service to user

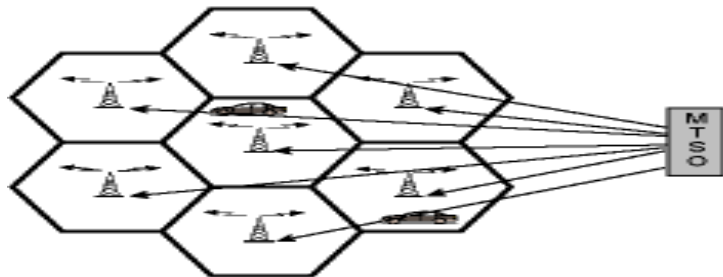
نحوه تماس سلولی موبایل



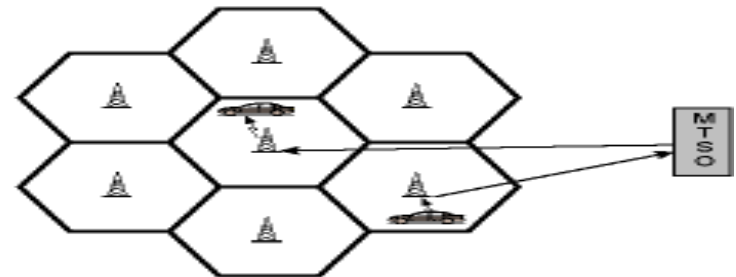
(a) Monitor for strongest signal



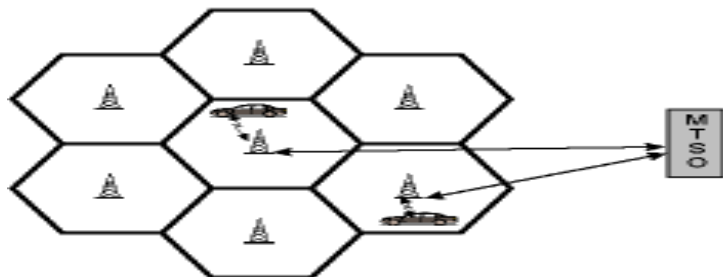
(b) Request for connection



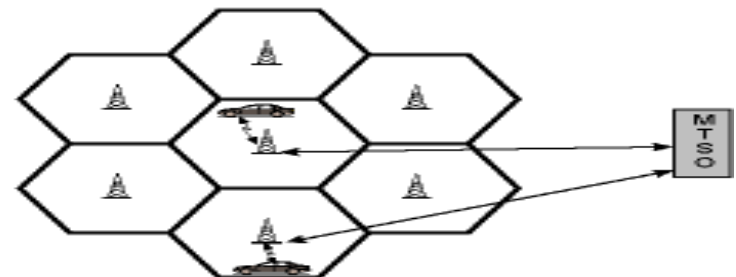
(c) Paging



(d) Call accepted



(e) Ongoing call



(f) Handoff

عملیات دیگر در هنگام تماس

- Call blocking
 - During mobile-initiated call stage, if all traffic channels busy, mobile tries again
 - After number of fails, busy tone returned
- Call termination
 - User hangs up
 - MTSO informed
 - Traffic channels at two BSs released
- Call drop
 - BS cannot maintain required signal strength
 - Traffic channel dropped and MTSO informed
- Calls to/from fixed and remote mobile subscriber
 - MTSO connects to PSTN
 - MTSO can connect mobile user and fixed subscriber via PSTN
 - MTSO can connect to remote MTSO via PSTN or via dedicated lines
 - Can connect mobile user in its area and remote mobile user

نسل‌های مختلف شبکه های موبایل

- تاریخچه
- شبکه های نسل اول سیستم های موبایل
- شبکه های نسل دوم سیستم های موبایل
- شبکه های نسل دو و نیم سیستم های موبایل
- شبکه های نسل سوم موبایل
- شبکه های نسل چهارم موبایل

تاریخچه

- ۱۹۵۰- کمپانی تلفنی Bell در ایالات متحده سرویس تلفن رادیویی را برای مشتریانش توسعه داد.
- ۱۹۶۴- اختصاص دادن منابع share به سیستم که باعث شد منابع رادیویی در شبکه ها به صورت دینامیکی استفاده شود.
- ۱۹۷۱- FCC (کمیسیون ارتباطی فدرال) در ایالات متحده باند فرکانسی را برای تلفن های رادیویی اختصاص داد.
- ۱۹۸۰- چندین شبکه رادیویی cellular در جهان توسعه یافت.
- ۱۹۸۲- در ایالات متحده سیستم های مخصوص AMPS استاندارد شد و به استانداردهای رادیویی تلفن در آمریکای شمالی اضافه شد.
- ۱۹۸۲- در اروپا در CEPT نسل دوم موبایل بوجود آمد (GSM).

0G



تلفن همراه
تلفن های رادیویی

1G



اشاره به اولین
نسل تکنولوژی
موبایل بی سیم،
ارائه سرویس
مکالمه اولیه و
پروتکل های
آنالوگ محور

2G



دومین نسل از
ارتباطات راه دور،
طراحی شده برای
مکالمه، بهبود
پوشش و ظرفیت
شبکه، ارائه اولین
استانداردهای
دیجیتال GSM و
CDMA

3G



سومین نسل از
ارتباطات راه دور،
طراحی شده برای
مکالمه و برخی
استفاده ها در
زمینه مصرف داده
(پیامک، چند
رسانه ای،
اینترنت)

4G



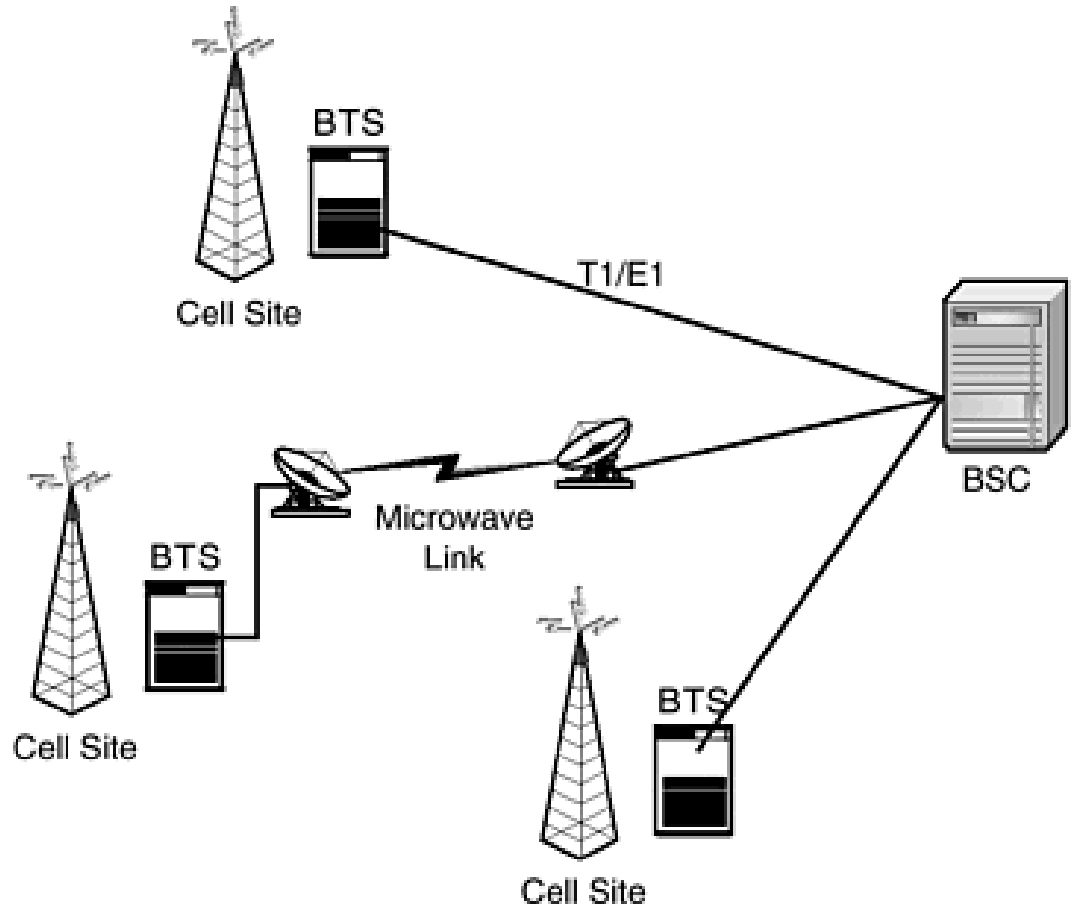
چهارمین نسل از
ارتباطات راه دور،
طراحی شده با اولویت
مصرف داده، پروتکل
های IP محور

اجزا شبکه موبایل

- ۱- شبکه دسترسی رادیویی
- ۲- شبکه هسته
- ۳- دسترسی چندگانه
- ۴- استفاده کردن مجدد از فرکانس (Frequency Reuse)
- ۵- صحبت و کد کردن کانال
- ۶- جابجایی

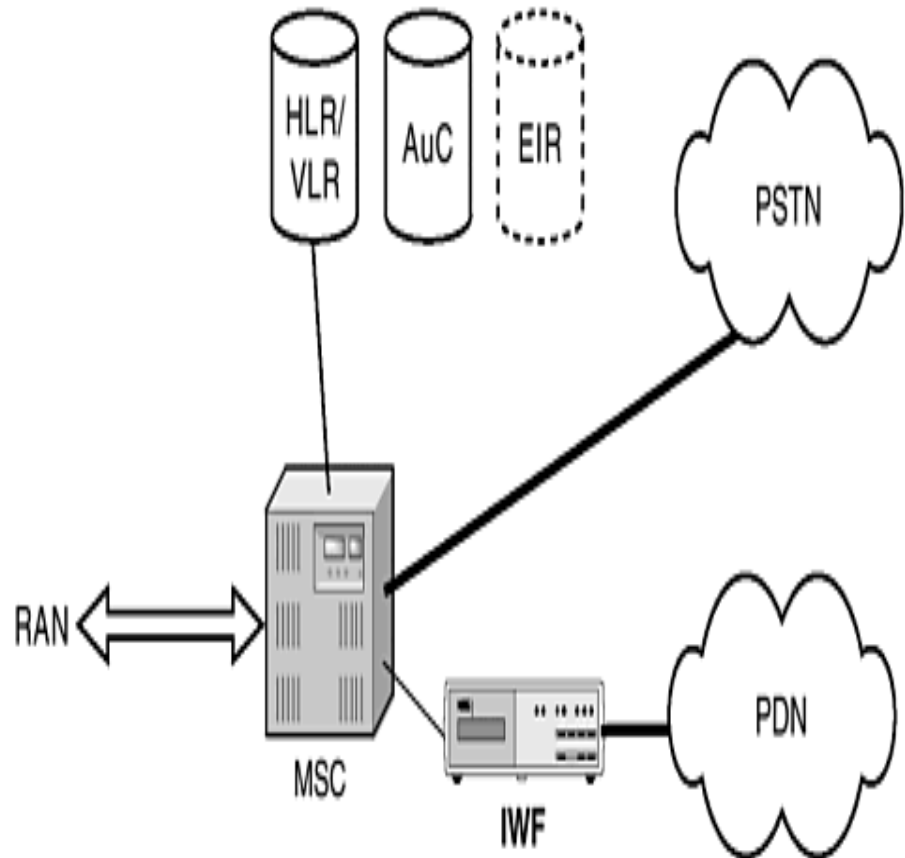
شبکه دسترسی رادیویی

BTS: base transceiver station
BSC: base station controller



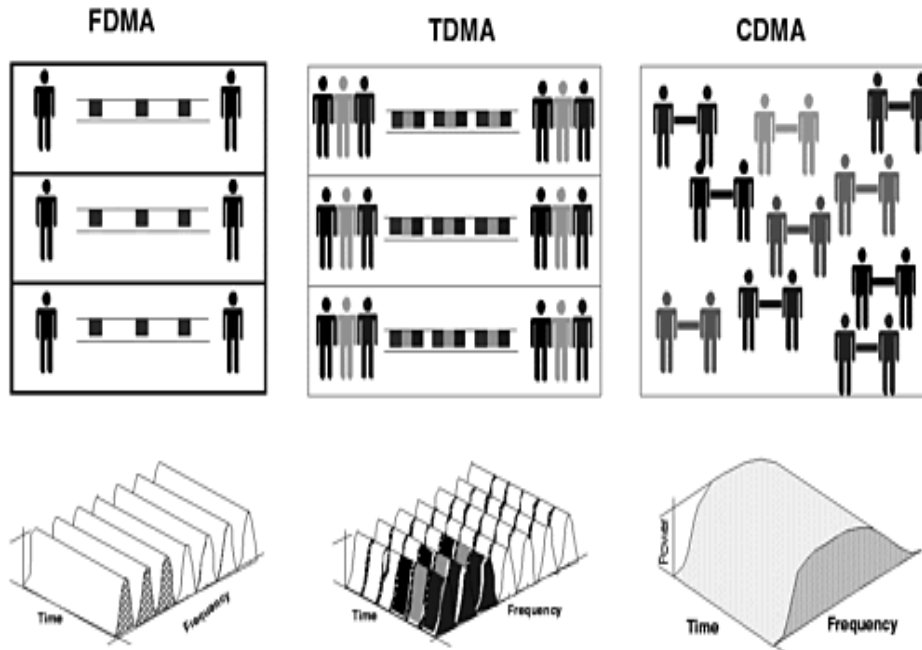
شبکه هسته

MSC: mobile switching center
HLR: home location register
VLR: visitor location register
AuC: authentication center
PSTN: public switched telephony network
PDN: packet data network
IWF: interworking function



دسترسی چند گانه

- سه تکنیک ابتدایی برای ارتباطات cellular بی سیم به روی طیف هایی از کانال های کاربر بوجود آمد



تحرک

تحرک فاکتوری در شبکه های بی سیم است که به کاربران اجازه ی جابجایی می دهد و برای پیاده سازی مستلزم موارد زیر است:

- توسط subscriber تعیین محل شوند.
- برای جابجایی توسط subscriber مانیتور شوند.
- توانایی handoff داشته باشد.

نسل اول موبایل

- سیستم های آنالوگی هستند که بر اساس AMPS (Advanced Mobile Phone Systems) و NMT (Nordic Mobile Telephone systems) پیشرفت کردند.
- میزان صدا در حدود **liters** ۲۰ تا ۱۰ بود.
- در اجزاء آنالوگ مثل تقویت کننده های قدرت و ترکیب کننده ها و تجهیزات تقسیم کننده ها در شاخک های موج گیر استفاده شد.
- بخش های کنترلی آن از نوع TTL بود.

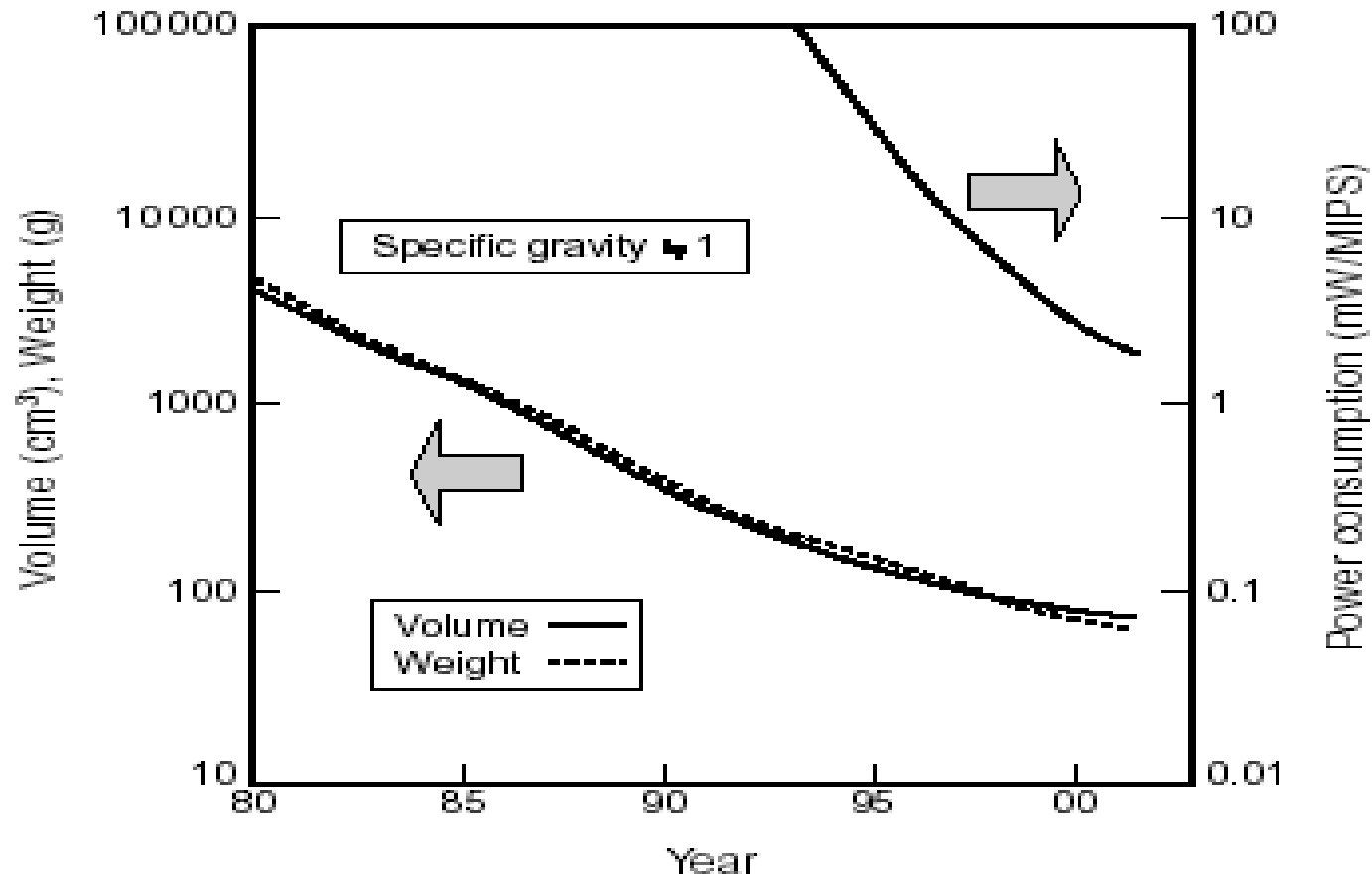
AMPS (سیستم موبایل تلفنی پیشرفته)

- در سال ۱۹۷۰ بوجود آمد.
- در سال ۱۹۸۰ به صورت دیجیتالی توسعه یافت (D-AMPS).
- یک واسط است که در EIA/TIR-553 استفاده می شود.
- مبتنی بر FDMA است.
- FCC یک طیف 800MHz را برای AMPS بوجود آورد.
- از روش Seven-Cell Frequency Reuse استفاده می کند.
- کانال های کنترل آن برای راه اندازی و پاک کردن تماس ها و کنترل پیغام ها استفاده می شوند.

D-AMPS

- حالت دیجیتالی AMPS است.
- یک interface هایبرید است و برای اینکه بتوانیم از تکنولوژی های نسل اول استفاده کنیم بوجود آمده است.
- مخصوص استاندارد IS-54-B است.
- در سال ۱۹۸۰ در آمریکا در حالی که یکسری ویژگی به AMPS اضافه شد بوجود آمد.
- مسئله ی Co-Channel Interface را حل کرد (مسئله ای که ظرفیت کانال را کاهش می داد و کانال را برای دیگر کاربران به یک میزان افزایش بار می داد).
- یک حالتی از تکنولوژی TDMA نسل دوم موبایل است.
- بر روی انواع ترافیک کانال های AMPS قرار داده شده است.

کاهش محدودیت های فیزیکی



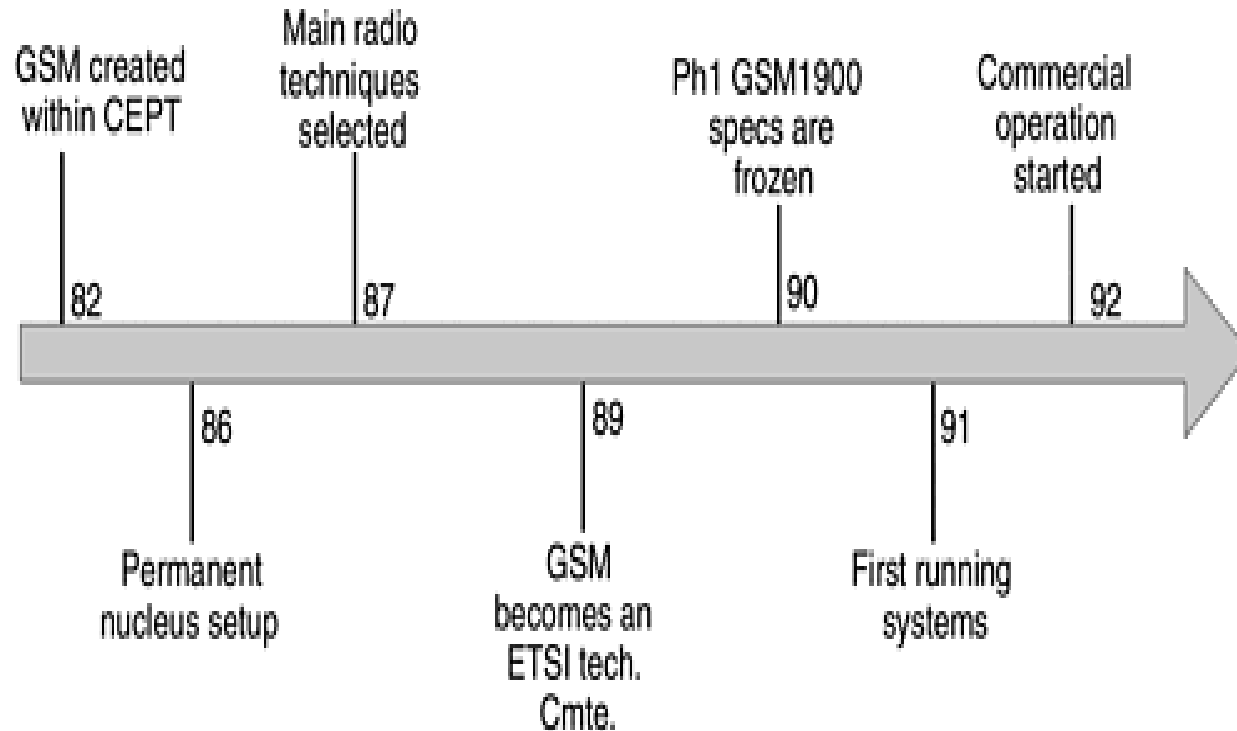
نسل دوم موبایل

- در این هنگام چندین تکنیک در جهان به صورت سراسری توسعه داده شد.
- سیستم های GSM مبتنی بر TDMA در این نسل کار می کنند.
- باعث توسعه DECT (Digital European Cordless Telephone) شد.
- سیستم های IS-136 را توسعه داد.
- سیستم های تلفن بی سیم شخصی PHS در ژاپن بوجود آمد.

GSM (Global System for Mobile Communication)

- مبتنی بر TDMA است.
- در سال ۱۹۸۰ در اروپا مطرح شد.
- یک شبکه ی Multiservice Cellular است.
- کارهای آن سرویس های سیگنالینگ و broadcast کردن کانال داده است.
 - استاندارد مخصوص سرویس های داده در کانال ترافیک (TCH) است.
 - پیغام های کوتاه SMS را ارسال می کند.

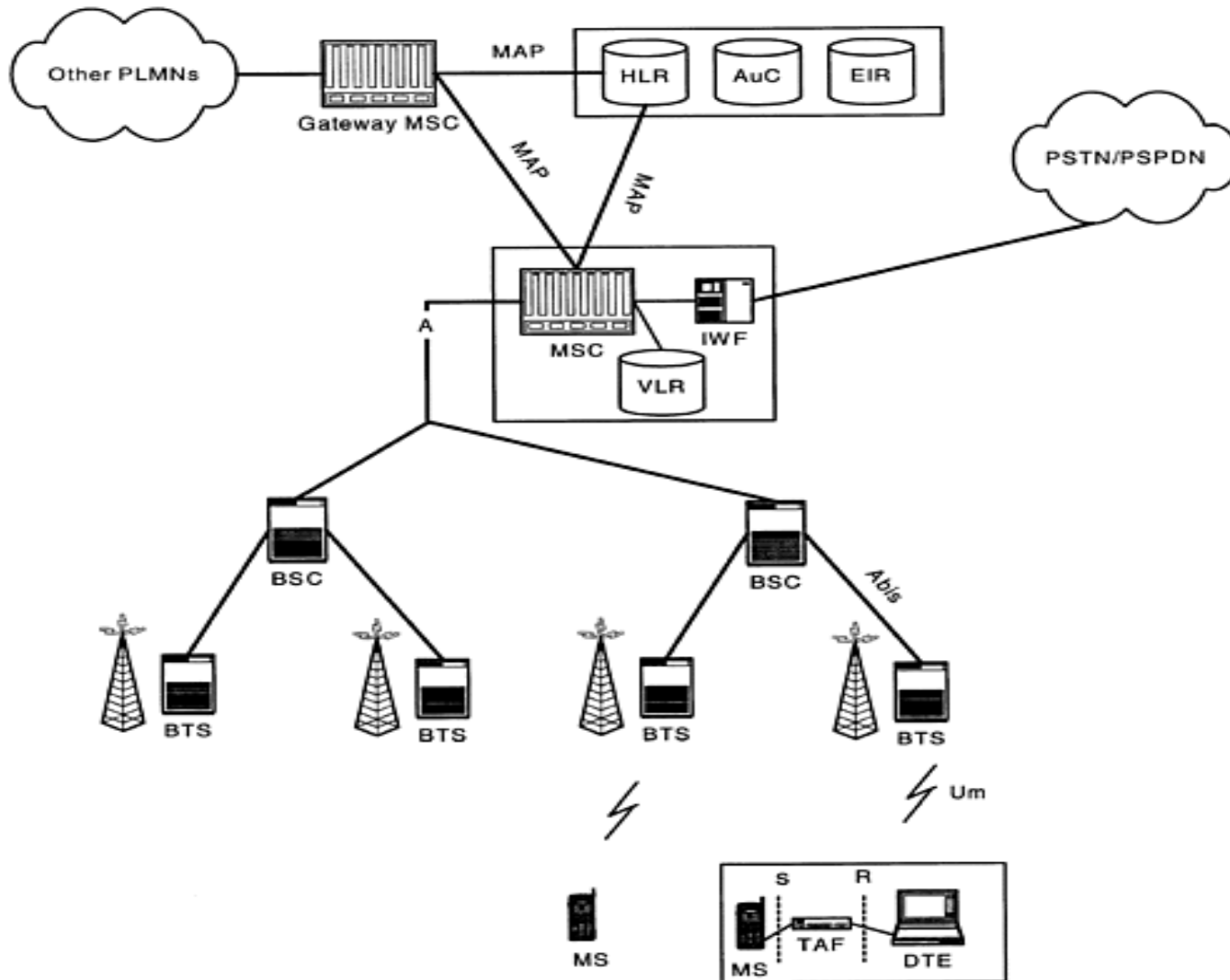
GSM سیر خطی استاندارد سازی



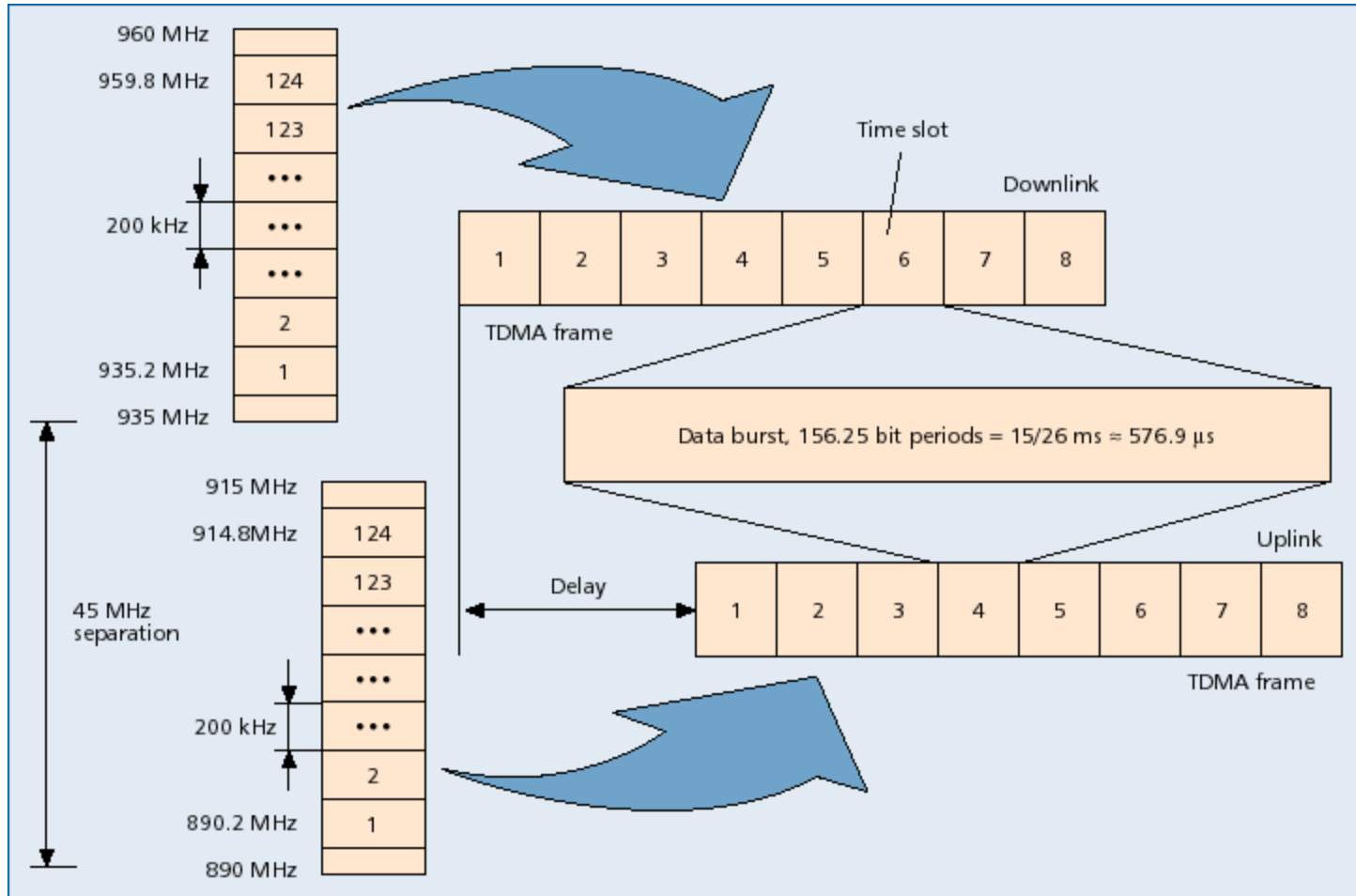
GSM اجزای شبکه

- Home location register
- Mobile switching center
- Visitor location register
- Authentication center
- Equipment identification register
- Base station controller
- Base transceiver station
- Interworking function
- Mobile station
- Terminal adaptation function
- Data terminal equipment

GSM معماری شبکه ی



GSM دسترسی چندگانه در



GPRS : انتقال داده بروی GSM

- دو روش برای بهبود انتقال داده در GSM ارائه شد :
 - HSCSD (High Speed Circuit Switched Data)
 - GPRS (General Packet Radio Service)
- هر دو از کدینگ های جدید و Mutislot allocation استفاده می کردند.
- GPRS به عنوان یک سرویس سویچینگ بسته برای انتقال داده مناسب تر و کارآمد تر به نظر می آید.
- GPRS هم سرویس های شبکه های بسته و هم سرویسهای شبکه های مداری را در یک شبکه رادیویی موبایل ارائه می دهد.

ویژگیهای GPRS

- منابع رادیویی فقط برای یک یا چند بسته در زمان اختصاص داده می شوند بنابراین GPRS موارد زیر را ممکن می سازد:

— اشتراک منابع رادیوی توسط کاربران و انتقال کارآمد بسته ها.

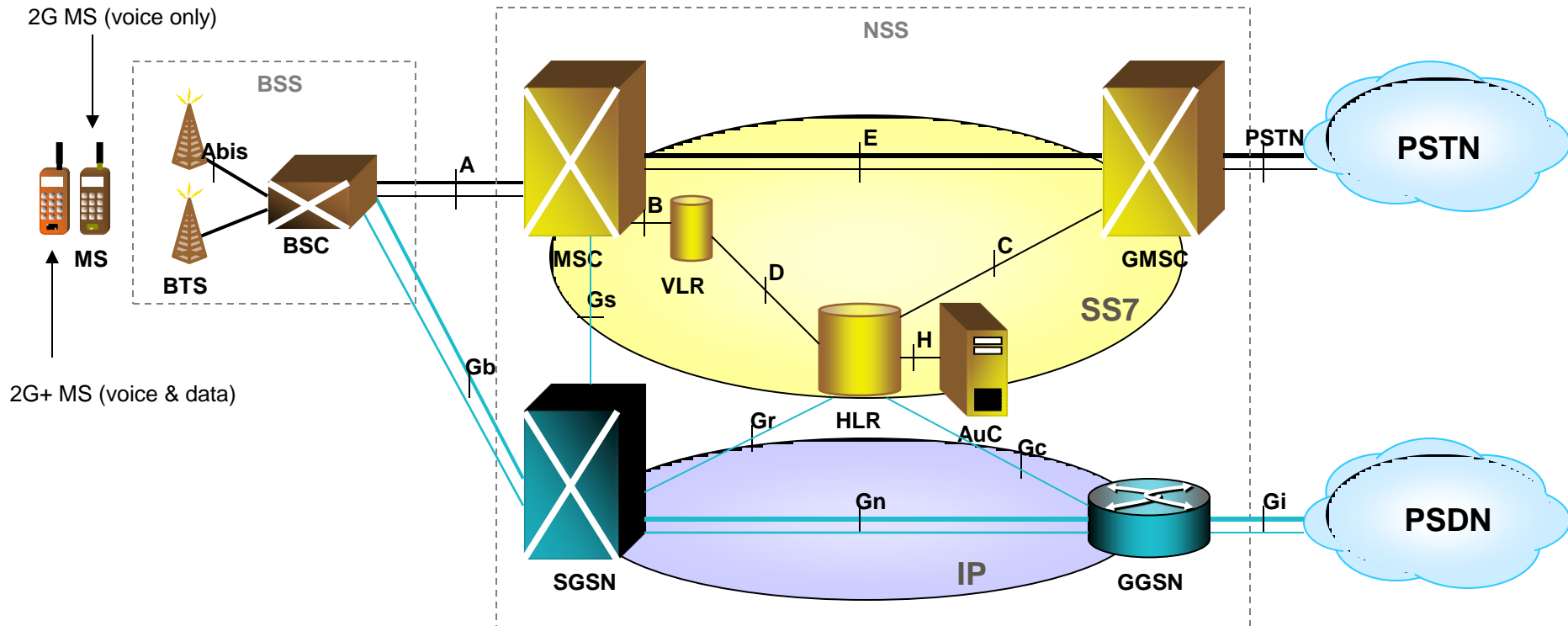
— زمان برقراری و دسترسی کوتاه تر.

— امکان اتصال به شبکه های داده مبتنی بر بسته .

— امکان محاسبه هزینه بر اساس حجم استفاده.

- GPRS همچنین SMS ها را بروی کانالهای داده حمل میکند نه روی کانالهای کنترل (GSM).

GPRS اجزای معماری



BSS Base Station System

BTS Base Transceiver Station

BSC Base Station Controller

NSS Network Sub-System

MSC Mobile-service Switching Controller

VLR Visitor Location Register

HLR Home Location Register

AuC Authentication Server

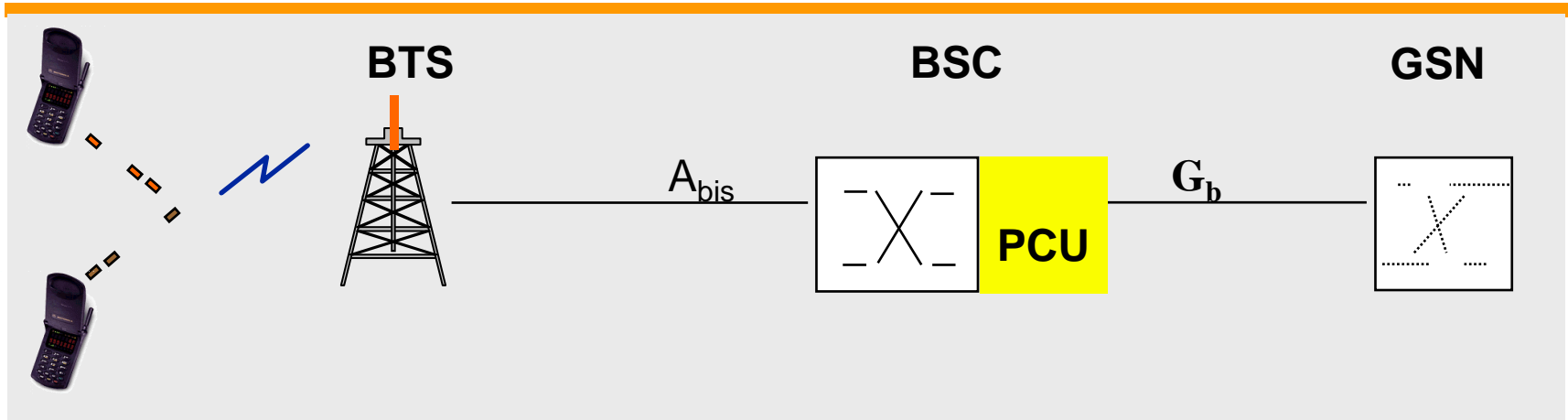
GMSC Gateway MSC

SGSN Serving GPRS Support Node

GGSN Gateway GPRS Support Node

GPRS General Packet Radio Service

واحد کنترل بسته (PCU)



GPRS Function

CCU

**MAC
RLC**

Packet Switching

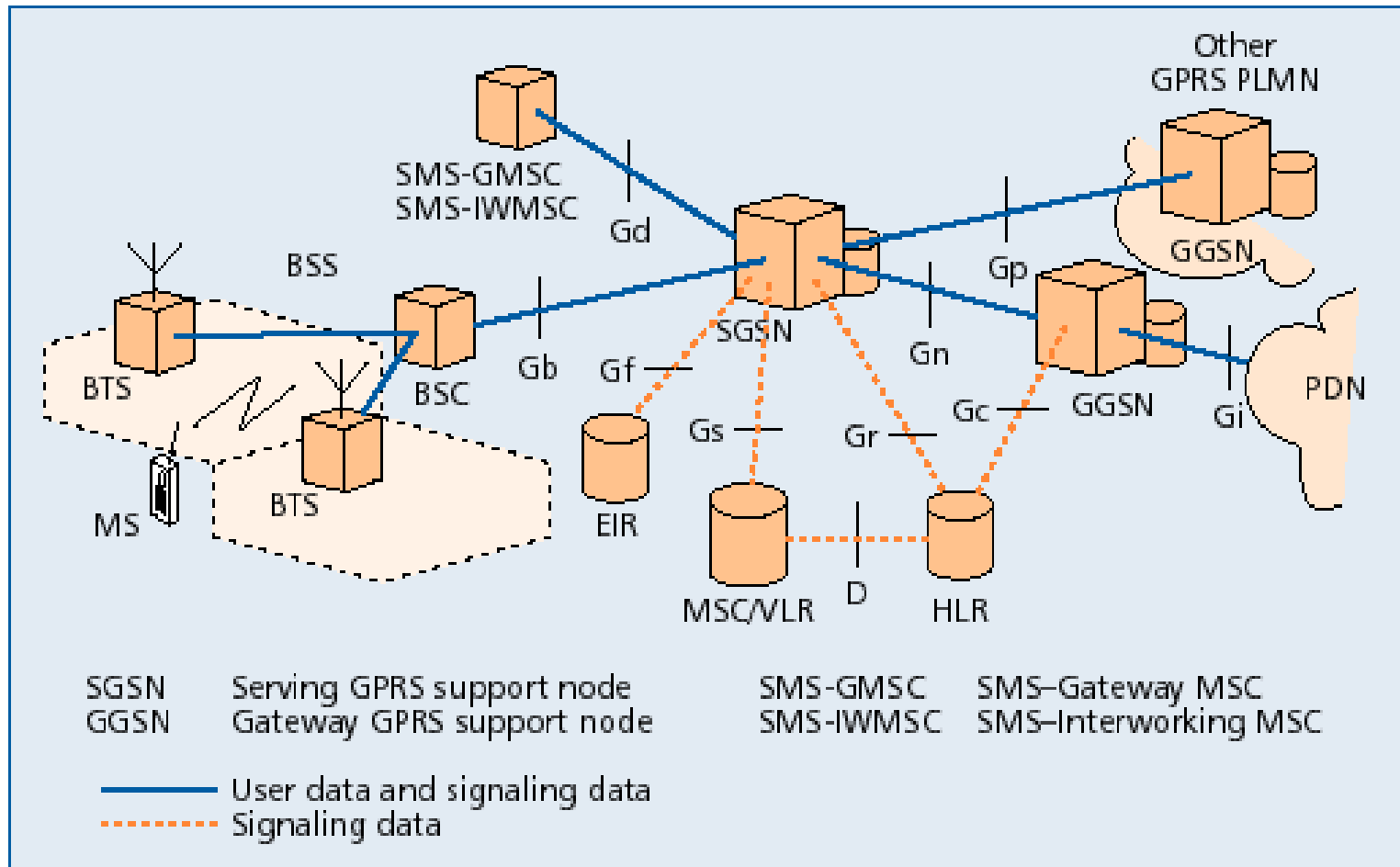
RLC
–Segmentation/Re-assembly
–ARQ

MAC
–Multiplexing (different mobiles)
–Contention resolution (u/l) - QOS related
–Scheduling/queuing (d/l) - QOS related

تغییرات لازم در اجزا برای گذر به **GPRS** از **GSM**

Element	Software	Hardware
MS	Upgrade required	Upgrade required
BTS	Upgrade required	No Change
BSC	Upgrade required	PCU Interface
TRAU	No Change	No Change
MSC/VLR	Upgrade required	No Change
HLR	Upgrade required	No Change
SGSN	New	New
GGSN	New	New

GPRS معماری



معماری GPRS

- نود های اضافه شده در GPRS به نسبت GSM (GSN Nodes).
 - Serving GPRS Support Node : SGSN
 - Gateway GPRS Support Node: GGSN
- BSC ها به یک واحد کنترل بسته (Packet Control Unit) احتیاج دارند و دیگر المانهای GSM نیز به بروز سازی نرم افزاری احتیاج دارند.
- تمامی GSN ها توسط یک شبکه مبتنی بر IP متصلند و Protocol data units ها (PDUs) بین آنها تونل می شوند.

GGSN

- به عنوان واسط با شبکه های IP بیرونی بکار می رود که GGSN را به عنوان یک روتر می بینند که ادرسهای IP ایستگاههای موبایل را تعیین می کند.
- GGSN آدرس SGSN فعلی و پروفایل کاربران را در location register خودش ذخیره می کند.
- تونل زدن PDP ها (Protocol Data Packets) را از و یا به SGSN ای که ایستگاه موبایل را سرویس می دهد به عهده دارد.
- محاسبه هزینه و تصدیق هویت را انجام میدهد.
- می تواند حاوی یک Firewall باشد و فیلترینگ انجام دهد.

SGSN

- معادل MSC در GSM است.
- وظیفه مسیر دهی به بسته های ورودی یا خروجی به یک نود GPRS در محدوده جغرافیایی خودش را دارد.
- Location Register یک SGSN اطلاعاتی مانند سلول فعلی و VLR و پروفایل کاربران (IMSI) تمامی کاربران رجیستر شده در یک SGSN را داراست.

BSC and others

- BSC می بایست یک Packet Control Unit دریافت نماید تا :
 - تماس های مبتنی بر سویچینگ بسته را برقرار و نگه داری و قطع نماید.
 - منابع رادیویی را تنظیم و کانالها را تخصیص نماید.
- HLR ، MSC/VLR و SMS Center ها می بایست برای کار با GPRS تجهیز شوند.
- MS ها می بایست با پشته پروتکل GPRS تجهیز شوند.

HLR

- بانک داده مشترک با GSM
- با توجه به اطلاعات مسیر یابی و داده های مشترکین GPRS اضافه می شود.
- برای تمامی کاربران رجیستر شده در شبکه ، HRL پروفایل کاربران ، SGSN فعلی و آدرس PDP را نگه می دارد.
- SGSN اطلاعات را با HRL رد و بدل می نماید. به عنوان مثال مکان فعلی کاربر را به HRL اطلاع می دهد.
- اگر MS در یک SGSN جدید خود را رجیستر کند، HRL پروفایل کاربر را به SGSN جدید می فرستد.

VLR

- یک (Location Area) LA از چندین گروه از سلولها تشکیل می شود.
 - VLR موظف به نگه داری اطلاعات کاربران LA های تحت کنترلش است.
- MSC/VLR میتواند توسط توابعی که اجازه هماهنگی بین GSM و GPRS را میدهند تجهیز شوند.
 - بروز رسانی موقعیت هر نود به صورت مشترک در GSM و GPRS.
 - توابع اتصال به شبکه مشترک GSM و GPRS

ایستگاه موبایل (MS)

- Transceiver consists of 2 sections:
 - RF Front end:
 - This section converts the GSM/TDMA signal into baseband signal in I/Q form.
 - GPRS Signaling and Data codec:
 - This section encodes/decodes signaling messages for GSM/TDMA Base station.
 - Transcodes data into packets conforming with GPRS specifications.

انواع ایستگاه های موبایل (MS)

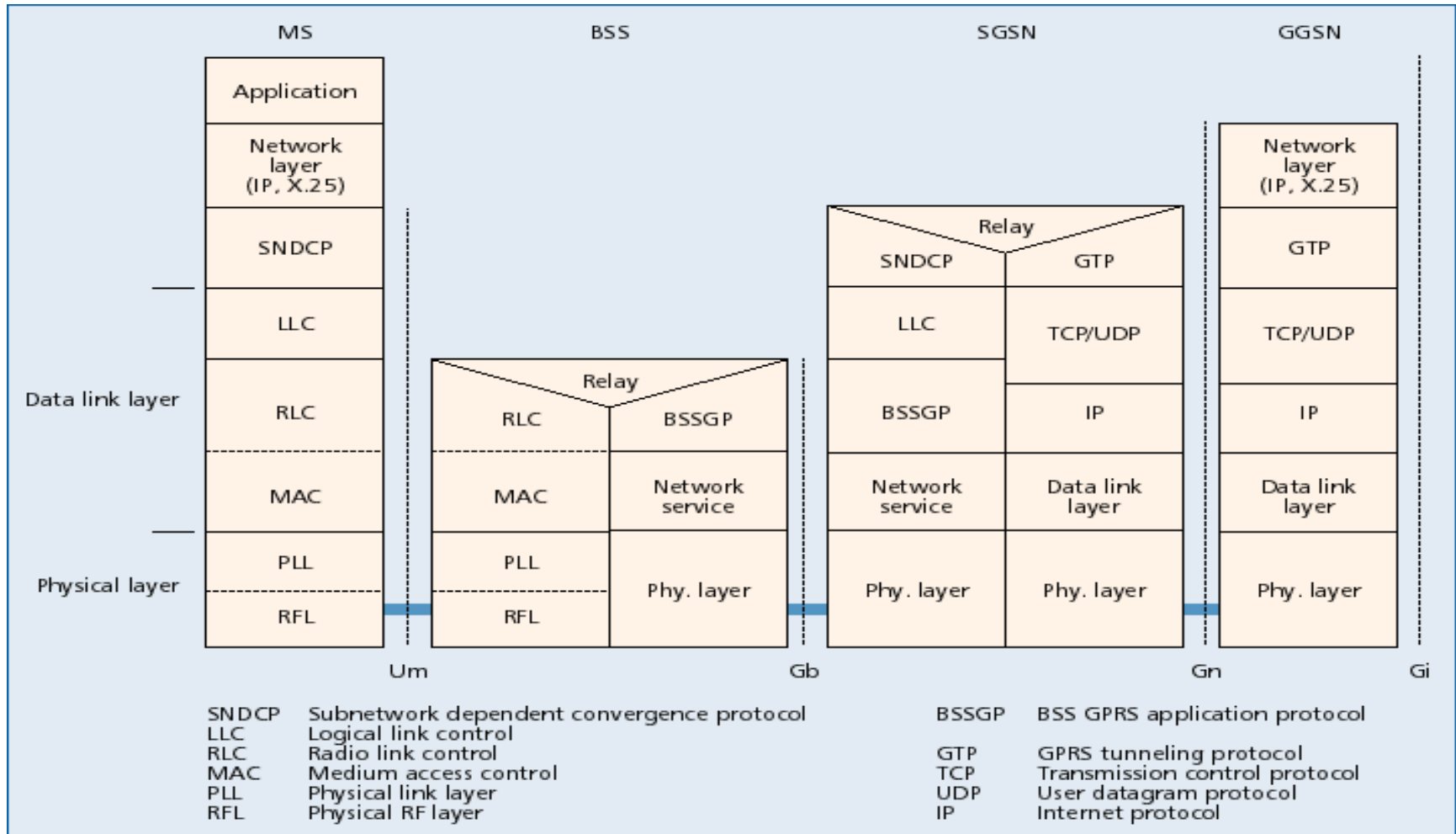
- کلاس A : MS های این کلاس استفاده همزمان از سرویس های GSM اولیه و سرویسهای GPRS را پشتیبانی می کنند.
- کلاس B : در هر زمان در یکی از دو حالت (سوییچینگ بسته ، سوییچینگ مداری) کار کنند.
— اغلب در handset ها
- کلاس C : MS فقط برای سرویسهای سوییچینگ بسته عمل میکند.
— کارتهای توسعه برای Laptop ها

GPRS عملیات نود ها در

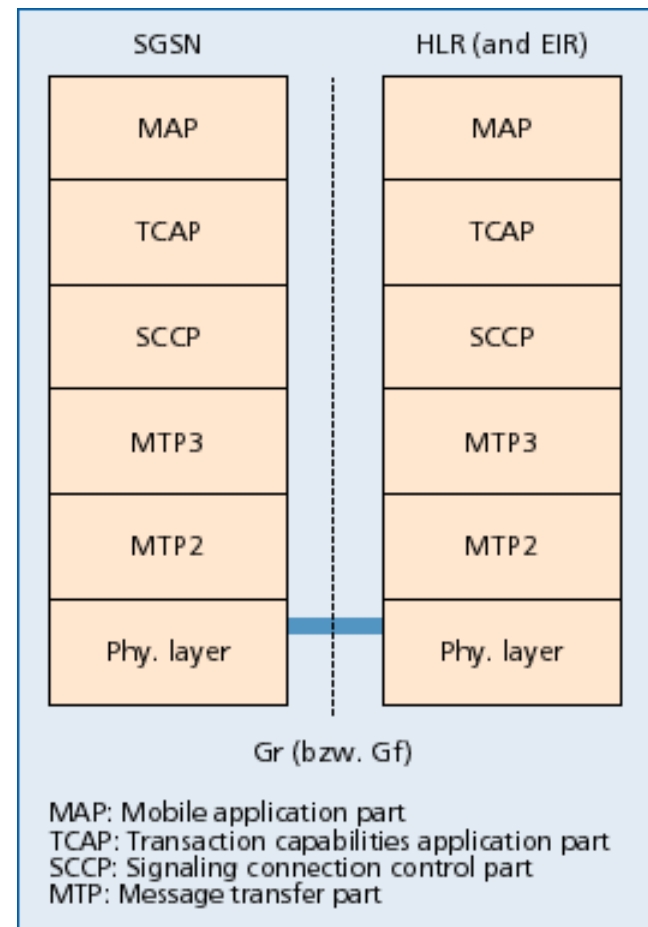
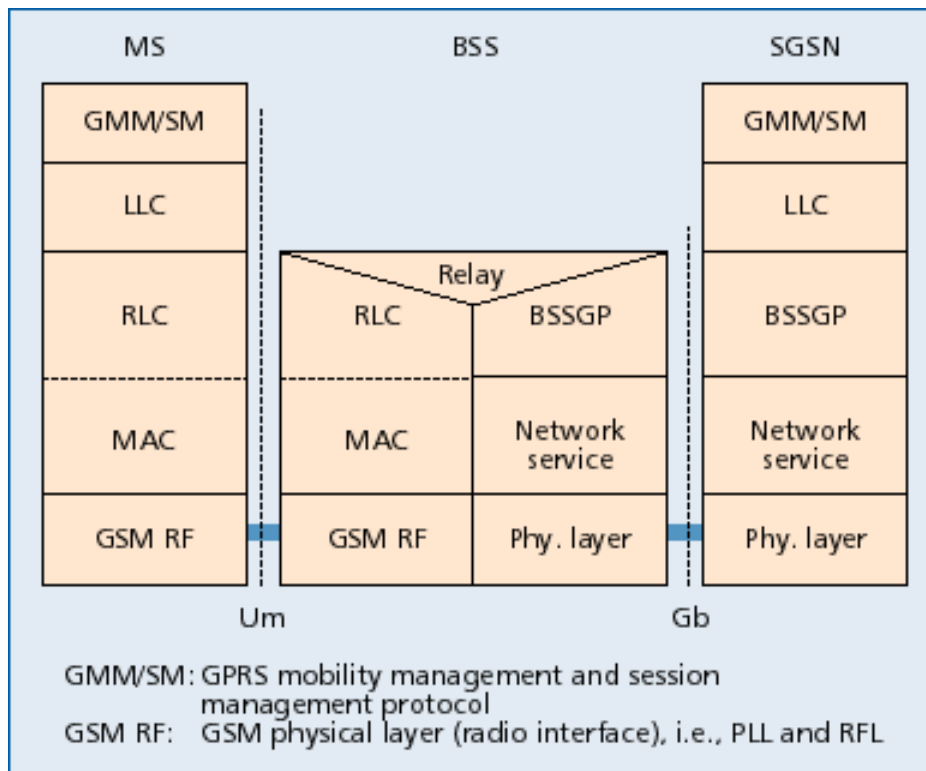
Function	MS	BSS	SGSN	GGSN	HLR
Network Access Control:					
Registration					X
Authentication and Authorisation	X		X		X
Admission Control	X	X	X		
Message Screening				X	
Packet Terminal Adaptation	X				
Charging Data Collection			X	X	
Packet Routeing & Transfer:					
Relay	X	X	X	X	
Routeing	X	X	X	X	
Address Translation and Mapping	X		X	X	
Encapsulation	X		X	X	
Tunnelling			X	X	
Compression	X		X		
Ciphering	X		X		X
Mobility Management:					
	X		X	X	X
Logical Link Management:					
Logical Link Establishment	X		X		
Logical Link Maintenance	X		X		
Logical Link Release	X		X		
Radio Resource Management:					
Um Management	X	X			
Cell Selection	X	X			
Um-Tranx	X	X			
Path Management		X	X		

پشته پروتکل‌های پیاده شده در نودهای GPRS

Transmission Plane



پشته پروتکل‌های سیگنالینگ در نود های **GPRS** Signaling Plane



انتقال داده بین MS و SGSN

وظایف لایه ها

- SNDCP transforms IP/X.25 packets into LLC frames, after optional header/data compression, segmentation and encryption
- Maximum LLC frame size is 1600 bytes
- An LLC frame is segmented into RLC data blocks which are coded into radio blocks
- Each radio block comprises four normal bursts (114 bits) in consecutive TDMA frames
- RLC is responsible for transmission of data across air-interface, including error correction
- MAC layer performs medium allocation to requests, including multi-slot allocation
- PHY layer is identical to GSM

وظایف پروتکل‌های هر لایه

- Although the GPRS n/w consists of several different nodes, it represents only one IP hop
- GTP enables tunneling of PDUs between GSNs, by adding routing information
- Below GTP, TCP/IP and IP are used as the GPRS backbone protocols
- SNDCP carries network layer protocol data (IP/X.25) in a transparent way
- It provides data and header compression also, to improve channel efficiency

وظایف پروتکل‌های هر لایه

- LLC functions comprise ciphering, flow control and sequence control
- RLC/MAC layer, located in the PCU, provides services (segmentation and re-assembly) for the transfer of LLC PDUs
- RLC is responsible for transmission of data across air-interface, including error correction
- MAC layer, derived from slotted ALOHA, performs arbitration between multiple service requests and medium allocation to requests

وظایف پروتکل‌های هر لایه

- MAC layer multiplexes several MSs over one physical channel
- It also allows one MS to use several time-slots in parallel - (multislot allocation)
- Physical link layer provides physical channels to RLC/MAC layer, does FEC, interleaving, monitoring of radio link signal quality and power control
- Physical RF layer, lowest layer of the U_m interface, is identical to the GSM RF layer

GPRS air interface U_m

- یکی از جنبه های اصلی GPRS است.
 - مربوط به ارتباط بین MS و BSS در لایه فیزیکی ، MAC و RLC است.
 - کانال فیزیکی روی این Interface که برای انتقال بسته های داده اختصاص داده می شود (Packet Data Channel) خوانده می شود.
- ظرفیت روی آن در هنگام تقاضا اختصاص می یابد.
 - تخصیص و بازپس گیری PDCH به ترافیک های GPRS به صورت دینامیک است.
 - BSC منابع را در هر دو جهت کنترل می کند.
 - در مسیر downlink هیچ برخوردی صورت نمی گیرد.
 - برخوردها در uplink توسط Slotted Aloha رفع می شوند.

کانالهای فیزیکی

- کانالهای فیزیکی توسط یک کانال فرکانسی و بازه های زمانی ۰ تا ۷ تعیین می شوند.
- زیر کانال فیزیکی مشترک
 - بین حداکثر ۸ کاربر به طور مشترک استفاده می شود.
 - Uplink Stage Flag (USF) دسترسی چندگانه را در این حالت کنترل میکند.
- زیر کانال فیزیکی اختصاصی
 - فقط یک کاربر از آن استفاده میکند.
- Packet Data Channel (PDCH)
 - Dedicated to packet data traffic from logical channels
 - Control
 - User data

کانالهای منطقی

- کانالهای منطقی توسط MAC بروی کانال فیزیکی نگاشته می شوند.
- کانالهای کنترلی منطقی برای کنترل، سنکرون کردن و سیگنالینگ بکار می روند و به ۳ دسته تقسیم می شوند:
 - Common Control Channel
 - Dedicated Control Channels
 - Broadcast Control Channels
- کانالهای ترافیکی منطقی که حامل صوت و داده کد شده هستند.

کانالهای کنترلی (۱)

- Packet Common Control Channel (PCCCH)
 - Paging (PPCH)
 - Random Access (PRACH)
 - Grant (PAGCH)
 - Packet Notification (PNCH)

کانالهای کنترلی (۲)

- Packet Dedicated Control Channel (PDCCH)
 - Operations on DBPSCH
 - Slow Associated Control Channel (SACCH)
 - Radio measurements and data
 - SMS transfer during calls
 - Fast Associated Control Channel (FACCH)
 - For one Traffic Channel (TCH)
 - Stand-alone Dedicated Control Channel (SDCCH)

کانالهای کنترلی (۳)

- Packet Broadcast Control Channel (PBCCH)
 - Frequency correction channels
 - Synchronization channel (MS freq. vs. BS)
 - Broadcast control channel for general information on the base station
 - Packet broadcast channels
 - Broadcast parameters that MS needs to access network for packet transmission

کانالهای ترافیک

- Traffic Channels (TCH)
- Encoding of speech or user data
- Channels are either predetermined multiplexed or multiplexing determined by MAC
- Full rate/Half rate
- On both SBPSCH and DBPSCH
- Modulation techniques
 - GMSK
 - 8-PSK

جمع بندی کانالهای کنترلی و ترافیک

Group	Channel	Function	Direction
Packet Data Traffic Channel	PDTCH	Data Traffic	MS ↔ BSS
Packet Broadcast Control Channel	PBCCH	Broadcast Control	BSS → MS
Packet Common Control Channel	PRACH PAGCG PPCH PNCH	Random Access Access Grant Paging Notification	MS → BSS BSS → MS BSS → MS BSS → MS
Packet Dedicated Control Channel	PACCH PTCCH	Associated Control Timing Advance Control	MS ↔ BSS MS ↔ BSS

کنترل منابع

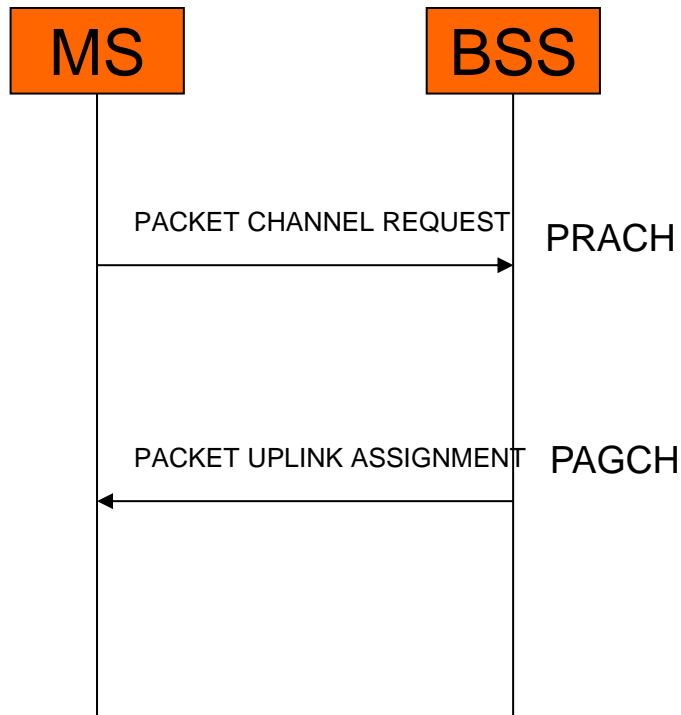
- به منظور حمایت از اصل سویچینگ بسته در GPRS ، منابع روی یک PDCH فقط به طور موقت به MS ها داده می شوند.
- BSC وظیفه کنترل منابع در هر دو جهت را دارد.
- تمام بلوکهای رادیویی روی downlink از BSC شروع شده ، بنابراین دسترسی همزمان نداریم.
- در مقابل ، PDCH های uplink به صورت مشترک بین MS ها استفاده میشوند ، بنابراین برخورد در هنگام دسترسی به کانال می تواند بوجود آید.
- PRACH بر اساس Slotted Aloha عمل میکند و به منظور داوری بین MS ها برای دسترسی به کانال بکار میرود.

Medium Access Control (MAC)

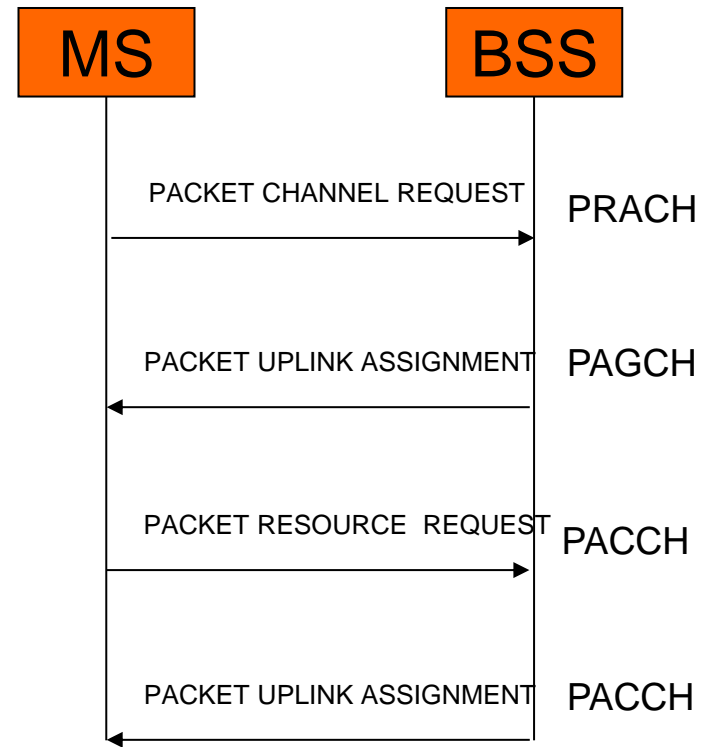
- Connection oriented
- Connections are called Temporary Block Flows (TBF)
 - Logical unidirectional connection between two MAC entities
 - Allocated resources on PDCH(s)
 - One PDCH can accommodate multiple TBFs
 - Temporary Flow Identity (TFI) is unique among concurrent TBFs in the same direction
 - Global_TFI to each station

برقراری TBF بین دو MAC

- نود شروع کننده MS است.



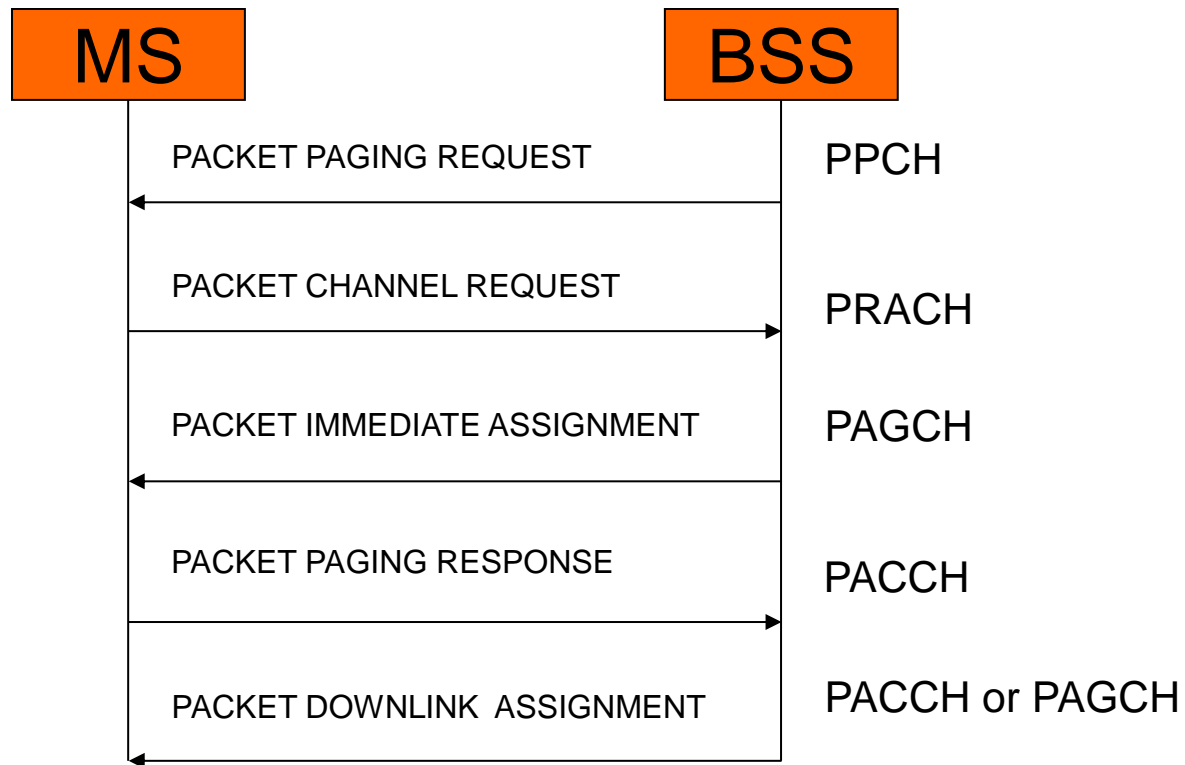
TBF By MS: One Phase Access



TBF By MS: Two Phase Access

برقراری TBF بین دو MAC

- شروع شده توسط شبکه



TBF Est. By Network

دسترسی به کانال

- Slotted Aloha
 - Used in PRACH
 - MSs send packets in uplink direction at the beginning of a slot
 - Collision: Back off -> timer (arbitrary) -> re-transmit
- Time Division Multiple Access (TDMA)
 - Predefined slots allocated by BSS
 - Contention-free channel access
 - All logical channels except PRACH

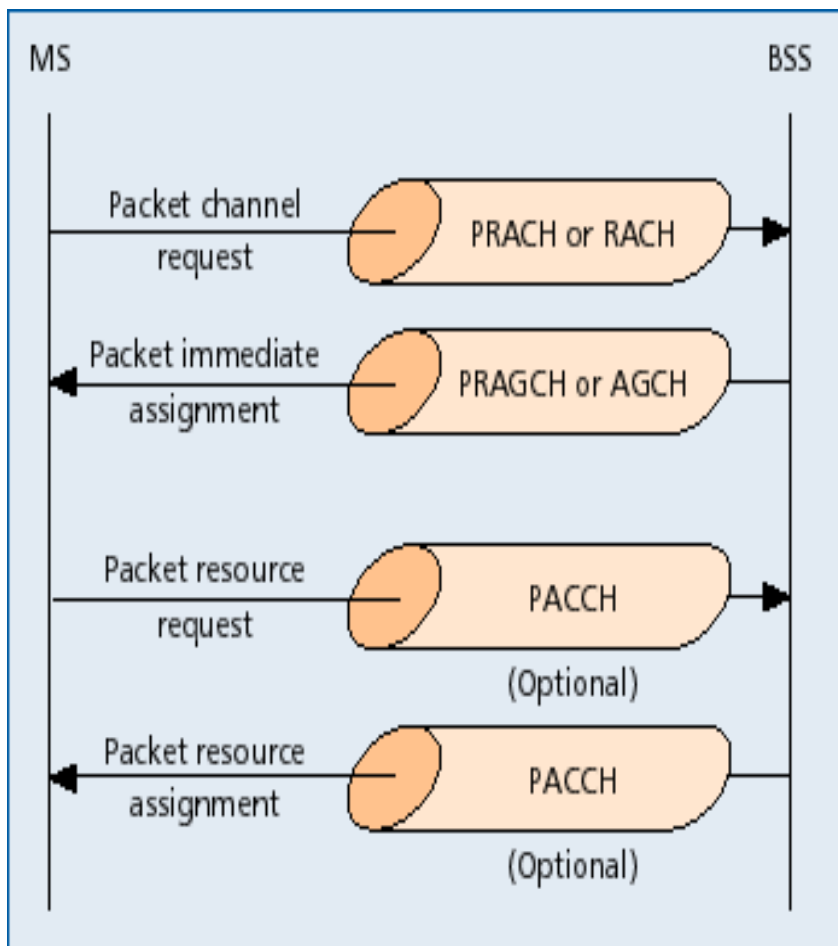
تخصيص منابع

- Uplink State Flag (USF, 3bits) associated with an assigned PDCH (USF on each downlink Radio Block)
- USF_GRANULARITY assigned during TBF establishment.
- Dynamic Allocation
 1. MS finds its USF in RLC/MAC PDU header. On the next uplink block:
 2. If USF_GRANULARITY=0, transmit one radio block
 3. If USF_GRANULARITY=1, transmit four consecutive radio blocks
- Extended Dynamic Allocation
 - Same as Dynamic, except the four radio blocks are transmitted on different PDCHs
- Exclusive Allocation

Radio Link Control (RLC)

- Can provide reliability for MAC transmissions
- Transparent mode
 - No functionality
- Acknowledged mode
 - Selective Repeat ARQ
 - Sender: Window
 - Receiver: Uplink ACK/NACK or Downlink ACK/NACK
- Unacknowledged mode
 - Controlled by numbering within TBF
 - No retransmissions
 - Replaces missing packets with dummy information bits

انتقال بسته - شروع شده توسط ایستگاه موبایل

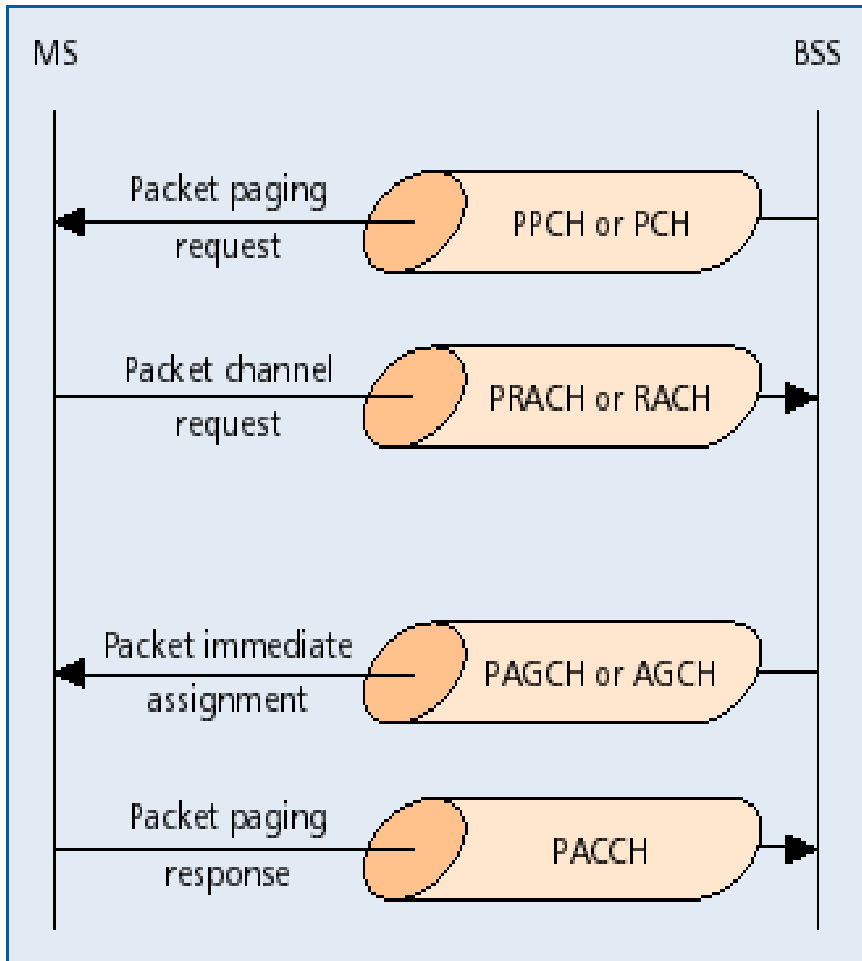


- اختصاص Uplink ها
- موبایل در خواست خود را روی کانال PRACH می فرستد.
- شبکه روی PAGCH پاسخ می دهد که MS از کدام PDCHs استفاده کند.
- سه بیت USF روی بلوک downlink ست شده تا نشان دهد آیا بلوک uplink معادل آزاد است یا نه.

Uplink data transfer

- MS monitors the USF and according to its value identifies the PDCH assigned to it
- 3-bit USF enables the coding of 8 different USF states used to multiplex uplink traffic
- After transmission an ACK should follow, from the BSC and sent on the PACCH
- In the case of a NACK, which includes a bitmap of erroneous blocks and a packet resource assignment for retransmission, only blocks listed as erroneous are retransmitted

انتقال بسته ختم به ایستگاه موبایل



- Since a TFI is included in each radio block, it is possible to multiplex radio blocks for different MS on the same PDCH
- network obtains ACKs for downlink transmission by polling the MS
- MS sends ACK/NACK in the reserved radio block allocated in the polling process

مدیریت تحرک

- Two procedures:
 - GPRS Attach/Detach (towards SGSN/HLR)
 - Makes MS available for SMS over GPRS
 - Paging via SGSN
 - Notification of incoming packet
 - PDP Context Activation/Deactivation
 - Associate with a GGSN
 - Obtain PDP address (e.g. IP)

GPRS Attach/Detach

- قبل از آنکه MS بتواند از سرویسهای GPRS استفاده کند میبایست خودش را در SGSN رجیستر نماید.
- شبکه چک می نماید که آیا کاربر مجاز است و در آن صورت پروفایل کاربر را از HRL کپی نموده و یک شماره شناسه موقت (pTMSI - Packet Temporary Mobile Subscriber Identity) را به کاربر میدهد. این عملیات Attach نام دارد.
- امکان انجام مشترک GSM/GPRS Attach وجود دارد.
- Detach می تواند به وسیله MS یا شبکه-SGSN انجام شود.

PDP context

- به منظور تبادل داده با شبکه های بسته خارجی بعد از عملیات Attach نود MS می بایست درخواست یک یا چند آدرس نماید که در شبکه PDN شناخته شده باشد.
- برای هر Session یک PDP context ساخته می شود که مشخصات آن Session را بیان میکند.
 - PDP context شامل PDP Type (IPV4) ، PDP Address (IP of MS) ، کیفیت سرویس درخواستی و آدرس GGSN است.
- PDP context نود MS را برای PDN ها قابل دسترس مینماید.
 - PDP Context در MS ، SGSN و GGSN ذخیره میشود.
 - یک تونل منطقی بین MS و GGSN برقرار می شود.

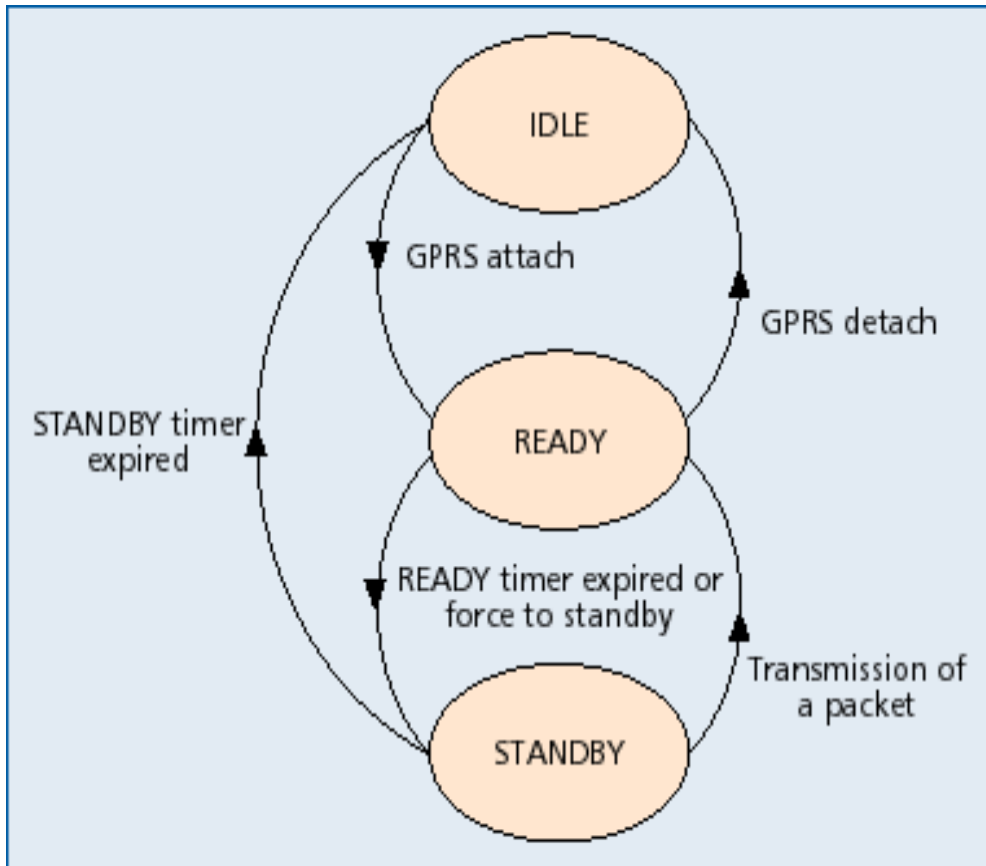
مدیریت مکان نودها

- دنبال نمودن محل فعلی نودها به گونه ای که بسته ها به مقصدشان برسند.
- MS به صورت متوالی محل خودش را به SGSN فعلی خبر میدهد.
 - بروز رسانی مداوم توان باطری را کم و پهنای باند را مشغول نگه می دارد.
 - بروز رسانی کم منجر به انجام Paging شده و تاخیر اضافی در بر دارد.
 - به یک دیاگرام حالت برای بروز رسانی موقعیت احتیاج است.

انواع حالت‌های یک MS در GPRS

- پشته پروتکل GPRS (یا یک نود MS) می‌تواند در یکی از سه حالت زیر باشد:
 - IDLE
 - STANDBY
 - ACTIVE/READY
- داده فقط در حالت ACTIVE فرستاده می‌شود.

دیاگرام حالت یک MS



- در حالت IDLE نود MS قابل دسترس نیست.
- با GPRS Attach نود MS به حالت READY وارد می شود.
- با GPRS Detach به حالت IDLE بازگشته و تمام محتویات PDP را حذف می نماید.
- به حالت STANDBY وقتی وارد می شود که برای مدت زمان طولانی داده ای نفرستد و زمانسنج آن منقضی شده باشد.

مدیریت محل نودها

- در حالت IDLE بروز رسانی محل انجام نمیگیرد.
- در حالت READY یک نود MS اطلاعات جابجاییهایش را در سلولها به SGSN اطلاع می دهد.
- در حالت STANDBY ، SGSN وقتی که نود بین دو RA (Routing Area) جابجا شود مطلع می گردد.
 - RA شامل چندین سلول است.
- MS یک درخواست بروز رسانی RA ارسال مینماید.
- برای یافت سلول MS باید عملیات Paging در RA انجام گیرد.
- MS در حالت READY احتیاج به Paging ندارد.

یافت مسیر به MS

- IDLE state
 - No logical PDP context activated
 - No network address (IP) registered for the terminal
 - No routing of external data possible
 - Only multicast messages to all GPRS handsets available

یافت مسیر به MS

- STANDBY state
 - Only routing area is known
 - RA is defined by operator
 - When downlink data is available, packet paging message is sent to routing area
 - Upon reception, MS sends it's cell location to the SGSN and enters the ACTIVE state

یافت مسیر به **MS**

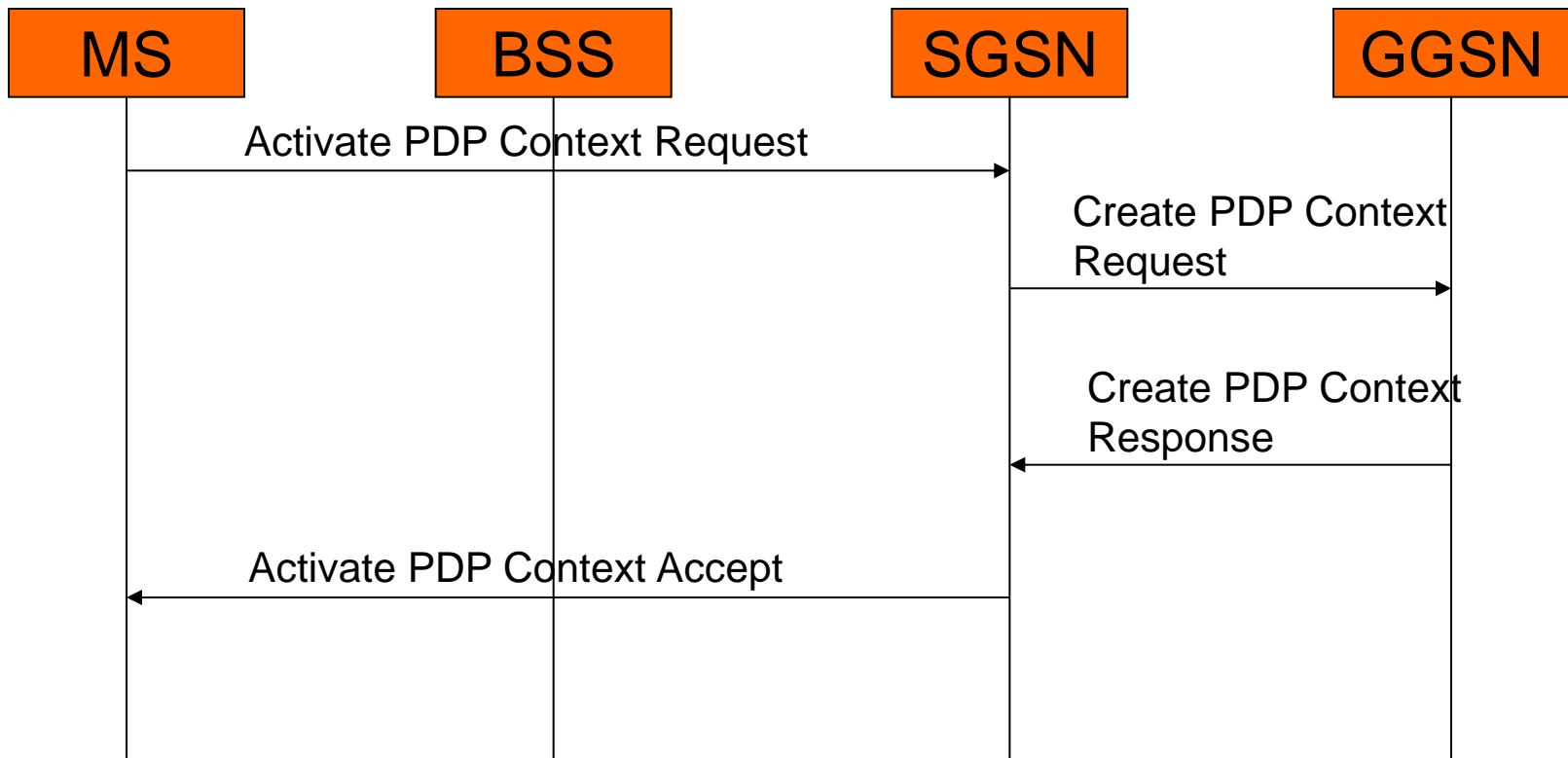
- **ACTIVE state**
 - SGSN knows the cell of the MS
 - PDP contexts can be activated/deactivated
 - Can remain in this state even if data is not transmitted (controlled by timer)

PDP Contexts

- Maintains a session or logical tunnel between MS and GGSN
- PDP Context activities
 - Activation
 - Modification
 - Deactivation
- PDP address allocation can be
 - static - assigned by operator of users' home PLMN
 - dynamic- assigned on activation of PDP context

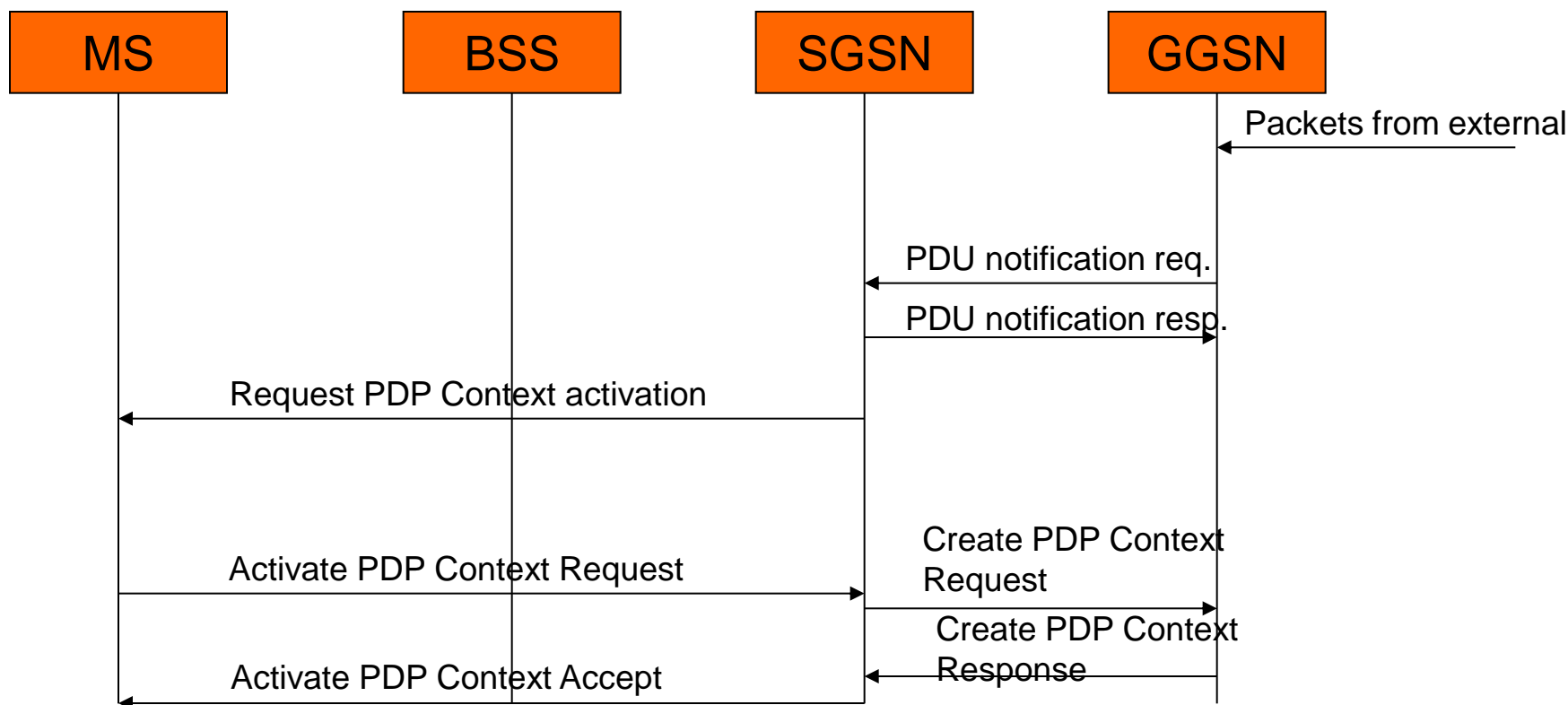
PDP عملیات لازم برای فعال سازی

- شروع شونده توسط MS

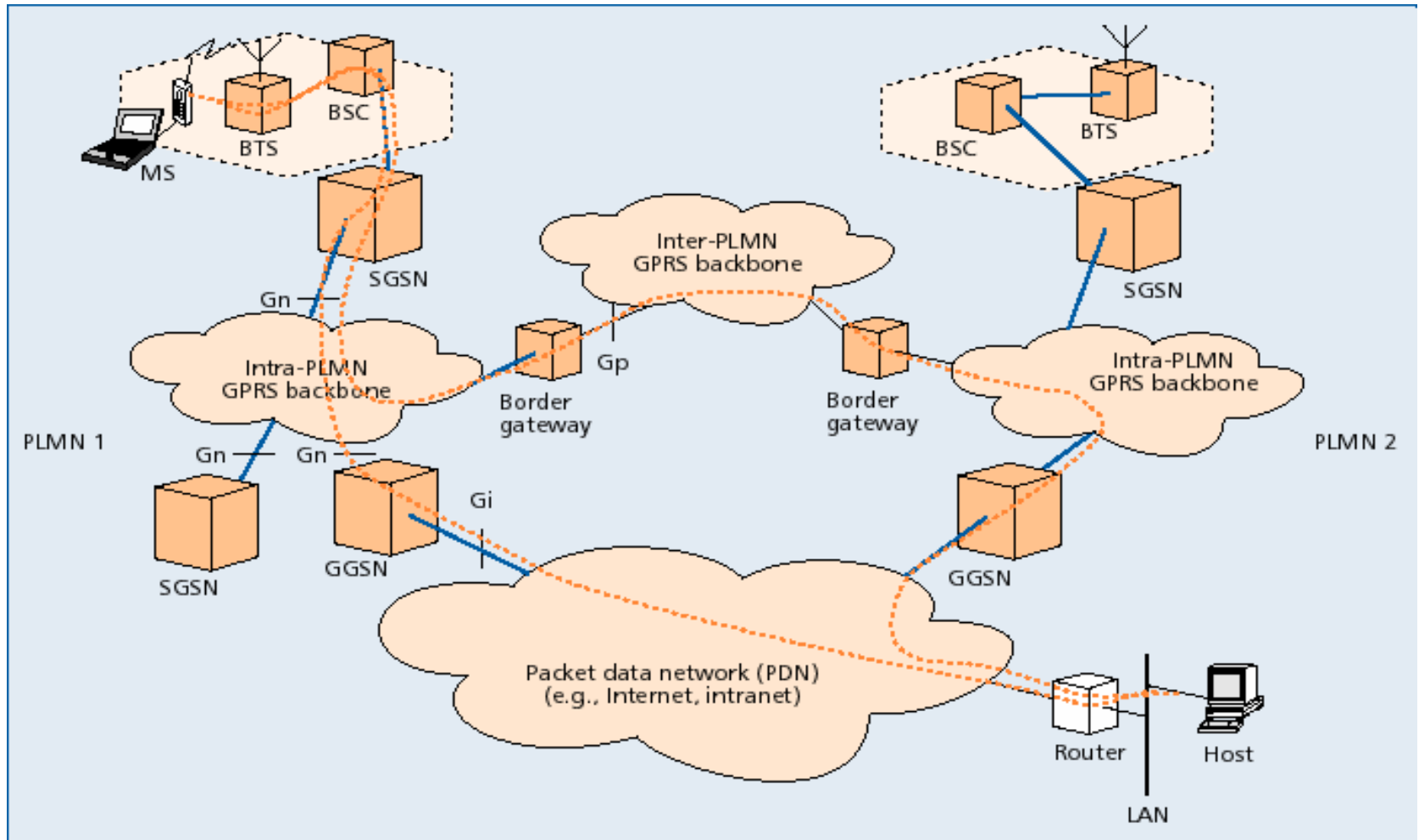


PDP عملیات لازم برای فعال سازی

- شروع شونده توسط GGSN



مسیر یابی GPRS



مسیر یابی **GPRS**

- MS from PLMN-2 is visiting PLMN-1
- IP address prefix of MS is the same as GGSN-2
- Incoming packets to MS are routed to GGSN-2
- GGSN-2 queries HLR and finds that MS is currently in PLMN-1
- It encapsulates the IP packets and tunnels them through the GPRS backbone to the appropriate SGSN of PLMN-1
- SGSN decapsulates and delivers to the MS

GPRS ظرفیت

- Maximum data transmission rate (radio) is 4 timeslots at 13.4 kbps (53.6 kbps)
- data rates will be further restricted due to
 - number of active GPRS users
 - amount of retransmissions
 - quality of service
 - level of compression
- indicative value for average transmission rate seem to be around 30kbps at radio level. (GSM World)

محاسبه هزینه در GPRS

- می تواند بر اساس موارد زیر محاسبه شود:

- حجم داده

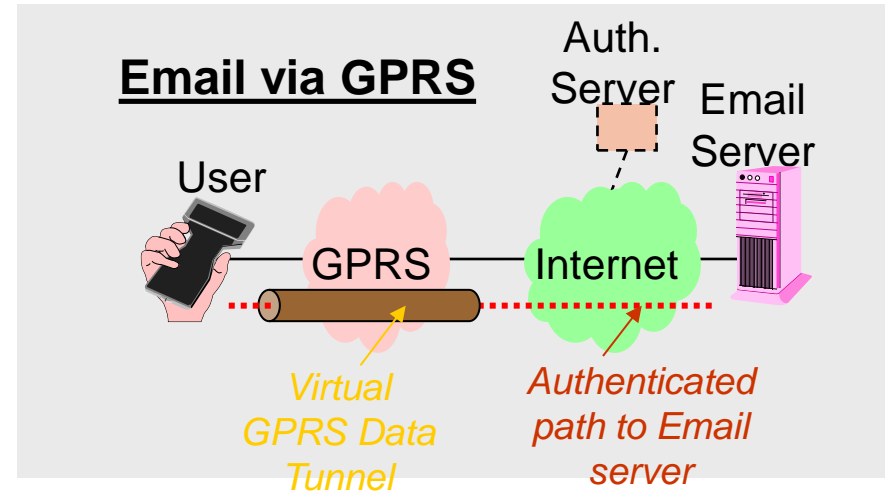
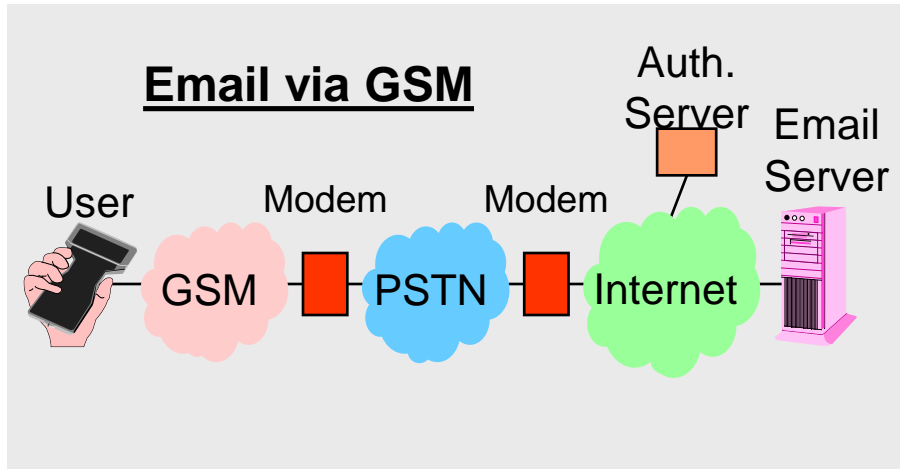
- مدت زمان تماس

- نوع سرویس

- مقصد تماس

- خروجی هزینه های محاسبه شده از SGSN و GGSN بعد از کد شدن به فرمت ASN.1/BER از طریق ftp به یک CGF (Charging Gateway Function) یا Billing Gateway فرستاده می شود.

GPRS در برابر GSM



INITIAL CALL PROCESS

- GSM Call
- TrainModem
- Login and Authenticate
- Download mail

Total

TIME (s)

4
30
11
180

3 min 45s

SUBSEQUENT CALL

- Repeat Above

3 min 45s

INITIAL CALL PROCESS

- GPRS Call
- Login and Authenticate
- Download mail

Total

TIME (s)

4
11
180

3 min 15s

SUBSEQUENT CALL

- Not applicable –
Permanent Virtual Circuit

0min 0s

جمع بندی GPRS

- قابلیت اشتراک منابع رادیویی را بوسیله تخصیص در هنگام تقاضا و تخصیص چندین slot به هر کاربر بوجود می آورد.
- اتصال به شبکه های IP خارجی را ممکن می سازد.
- تغییراتی در واسط GSM بوجود می آورد.
- نودهای جدیدی با نام GSN در این شبکه تعریف می شود.
- محتوی PDP به هر ایستگاه موبایل نسبت داده می شود.
- اجازه محاسبه هزینه را به صورت Volume-Based و Duration-Based میدهد.

نسل سوم موبایل

- در سال ۱۹۹۲ در کنفرانس مدیران رادیویی برای بدست آوردن فرکانس 2GHz بوجود آمد.
- این نسل در اینترنت به خوبی استفاده می شود و توانایی این را دارد که در اینترنت بی سیم هم استفاده شود.
- این نسل در امریکا مبتنی بر CDMA-2000 است و در ژاپن در ابتدا بر مبنای WCDMA و در شبکه های نسل جدیدش بر مبنای FDMA توسعه داده شده است.
- سرعت این نسل نسبت به نسل های قبلی بیشتر شد.
- در این نسل راه اندازی بیشتر به روی صوت بود .

نسل سوم موبایل

- پیغام های اینترنت را به خوبی پشتیبانی می کند و کیفیت سرویس خوبی را برای عملیات بوجود می آورد.
- امنیت subscriber ها را در رمز نگاری های معمولی و بوجود آوردن راه های تصدیق هویت جدید بهبود می دهد.
- سرعت داده اش توسط یک interface جدید WCDMA به بالای 2Mbps در netsdata و بالای 10Mbps توسط HSDPA رسیده است.

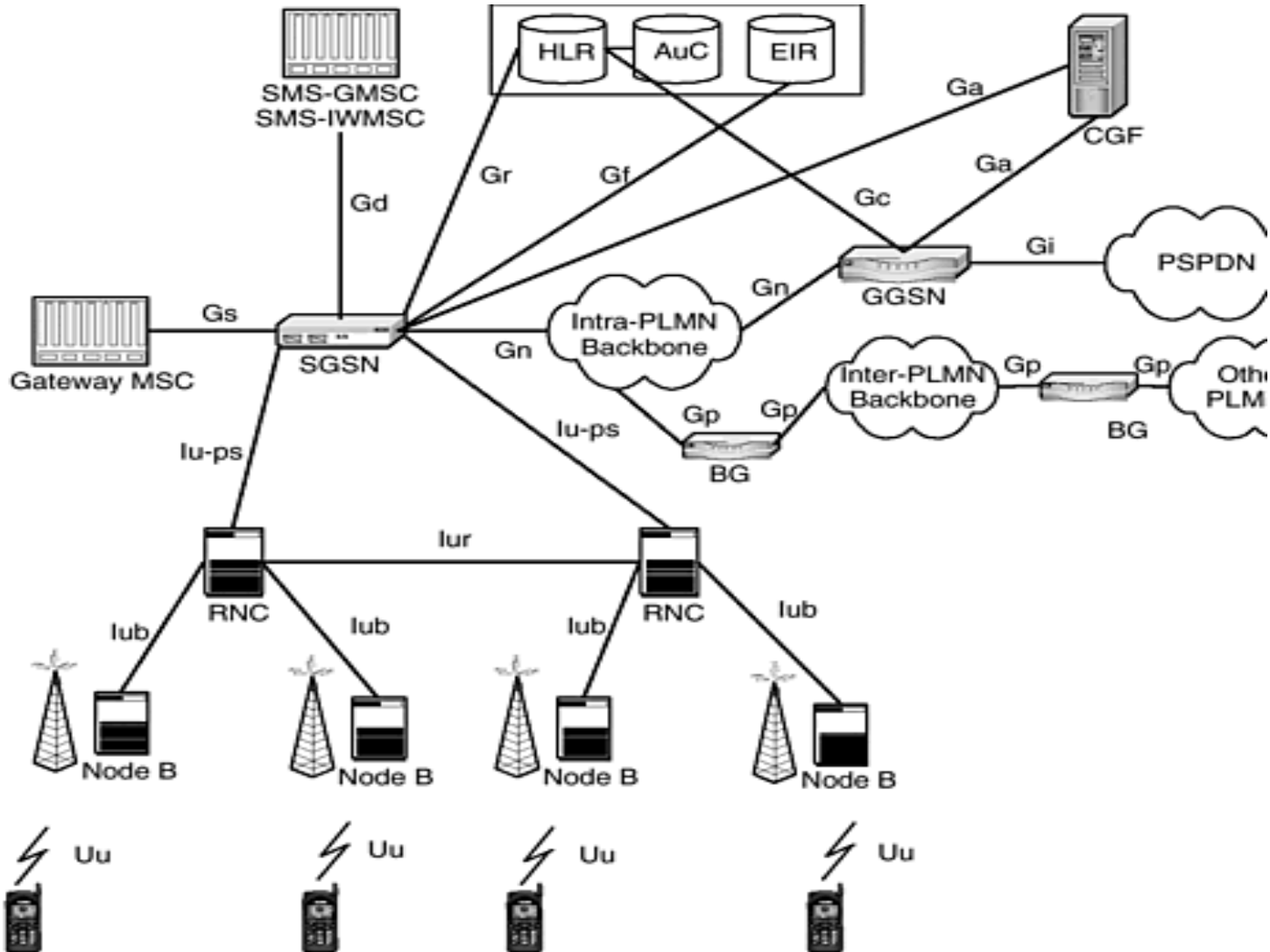
موارد جدید در UMTS

در UMTS برای بدست گیری بازار و برقراری سرویس های جدید ملزومات

زیر مطرح شد:

- Global roaming
- سرویسهای جدید (New services)
- همگرایی Datacom و Telecom (Convergence of Datacom and Telecom)

UMTS معماری شبکه ی



UMTS Interface های

UMTS , Interface های سطح بالایی را دارد که در شبکه های IP و شبکه های چند وجهی مهم هستند.

1. Iu
2. Iub
3. Iur

معماری پروتکل UMTS

- معماری UMTS مبتنی بر پروتکل های user plan و Control plan برای UTRAN/GERAN و CN است. ما می توانیم معماری چند لایه ای را برای این پروتکل داشته باشیم. در این نسل مدل سه لایه ای در نظر گرفته شده است.

— لایه ی انتقال شبکه

— لایه ی رادیو شبکه

— لایه ی سیستمی شبکه

نسل چهارم موبایل

- کامل کننده ی IMT-2000 و در ادامه ی نسل های قبلی بوجود آمد.
- از سال ۱۹۹۹ در گروهی از ITU-R بوجود آمد.
- کارهای عمده تر به روی این نسل در سال ۲۰۰۲ انجام شد.
- به عنوان فرستنده ای در اینترنت و در موبایل ها رشد پیدا کرد و زمینه ی همیشگی برای پیشرفت شد.
- سیستم هایی است که باعث ارتباط اشخاص با یکدیگر و نیز با کامپیوتر ها و تجهیزات جانبی شده است.
- وسیله ای است برای افزایش سرعت ارسال درخواست های متقاضیان (که بطور مثال سرعت مخابره بیشتر از 100Mb/s در downlink و 30Mb/s در uplinkها رسیده است).

دلایل نرخ ارسال **100Mb/s** در این نسل

- انتقال اطلاعات باید با سرعت مناسبی انجام شود در غیر این صورت اطلاعات کیفیت مطلوب ما را نخواهد داشت .
- پخش کردن با تأخیر شدید مودم توام است چون باید بتواند سیگنال ها را به خوبی پردازش کند.
- برای بدست آوردن پهنای باند مناسب در کارها باید گنجایش سیستم برای کاربران توسعه پیدا کند.

LTE Architecture

EPS: Evolved Packet Switched System

E-UTRAN: Evolved Universal Terrestrial Radio Access Network

UE: User Equipment

eNB: Evolved Node B

EPC: Evolved Packet core

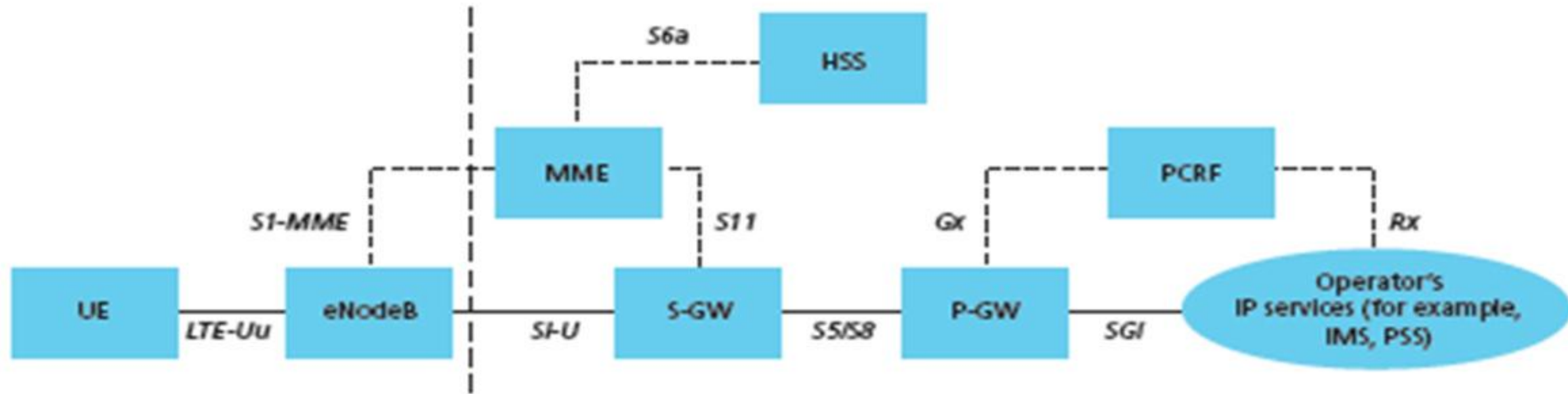
MME: Mobility Management Entity

HSS: Home Subscriber System

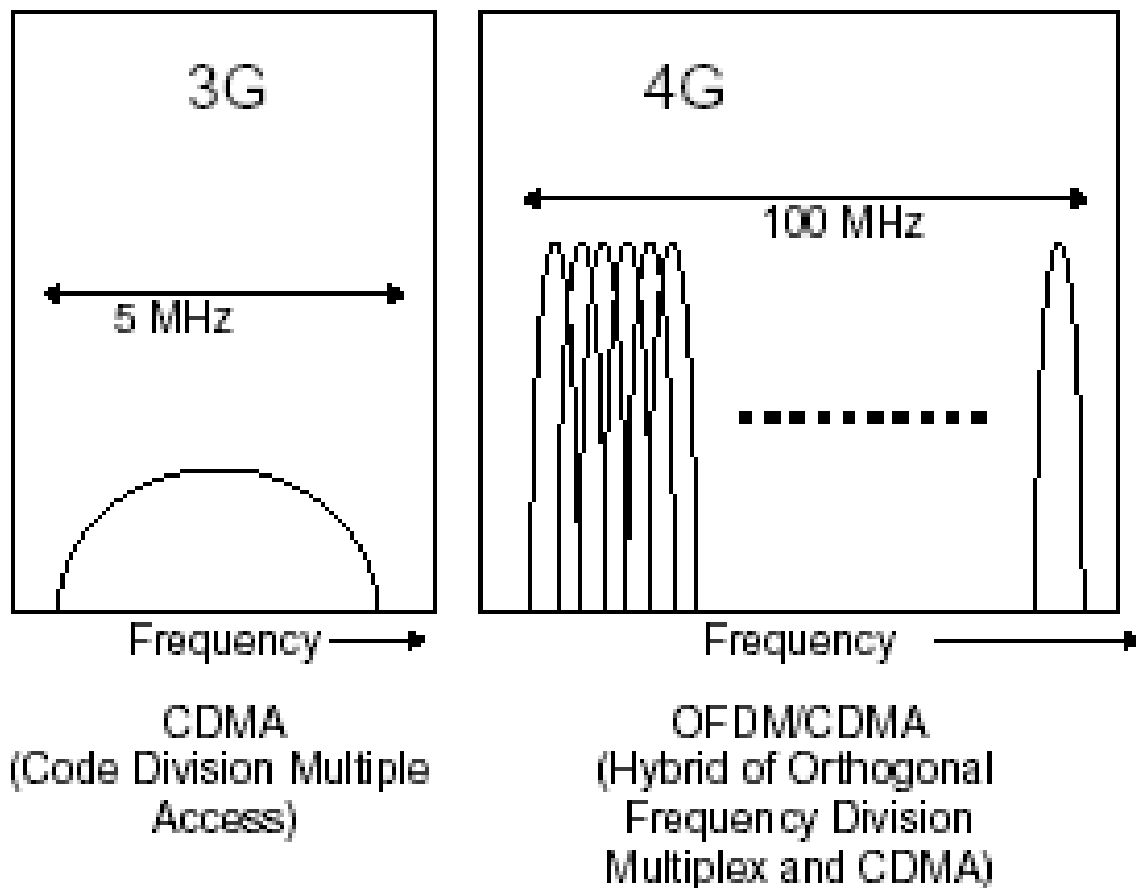
S-GW: Serving PDN Gateway

P-GW: Proxy PDN Gateway

PCRF: Policy and charging rules function



مقایسه ی دسترسی روشها در 3G و 4G



نتیجه گیری

(مقایسه ی کلی در مورد نسل های موبایل.)

	1G	2G	3G	4G
Modulation method	FM analog	QPSK GMSK cdmaOne	CDMA	OFDM
Bit rate (b/s)	-	5 to 40 k	10 k to 2 M (10 M)	Up to 100 M
Technology problems	Miniaturization of analog	Speech CODEC method	Anti multi-path method	Power reduction method
Technology breakthrough	Synthesizer (pulse-swallow)	CELP	RAKE receiver	SDMA
DSP throughput	4 MIPS	40 MIPS	400 MIPS	4 GIPS

نتیجه گیری

(مقایسه ی کلی در مورد نسل های موبایل)

	System	Bit rate	Delay countermeasure	DSP process
2G	DAMPS	40 kb/s	Equalizer	15 MIPS
	cdmaOne	1.2288 Mcps	CDMA-RAKE	Wired logic
	GSM	283 kb/s	Equalizer	Wired logic
	PDC	42 kb/s	Ant. diversity	
3G	W-CDMA	3.84 Mcps	CDMA-RAKE	200 MIPS
	cdma2000	$1.28 \times n$ Mcps	CDMA-RAKE	200 MIPS
	TD-SCDMA	$1.28 \times n$ Mcps	CDMA-RAKE	200 MIPS
4G	-----	20 M to 100 Mb/s	OFDM/CDMA?	5 GIPS